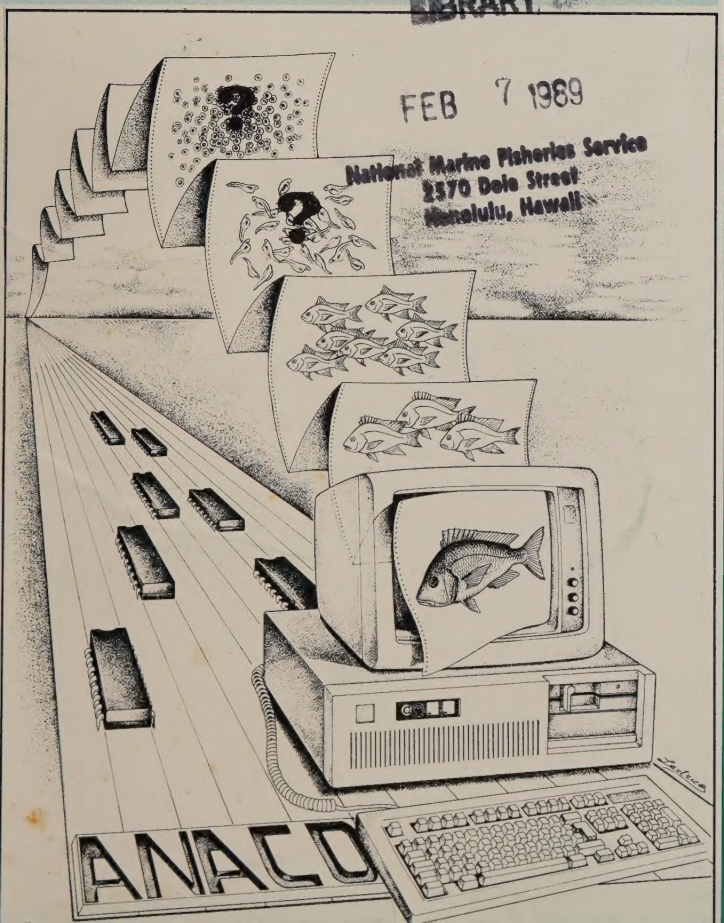
#101 Suppl 3

Logiciels pour l'évaluation des stocks de poisson

ANACO: Logiciel d'analyse des données de capture par classes d'âge sur IBM PC et compatibles

LIBRARY
FEB 7 1989
National Marine Fisheries Service
2570 Dole Street
Honolulu, Hawaii



FAO
DOCUMENT
TECHNIQUE
SUR
LES PÊCHES

101
Suppl. 3

ORGANISATION
DES
NATIONS UNIES
POUR
L'ALIMENTATION
ET
L'AGRICULTURE

Logiciels pour l'évaluation des stocks de poisson

ANACO: Logiciel d'analyse des données de capture par classes d'âge sur IBM PC et compatibles *

par
B. Mesnil
IFREMER/RH
Laboratoire ERHAL
B.P. 109, 44037 Nantes Cedex
France

* Cela n'engage aucunement la responsabilité des Sociétés Microsoft et IBM

FAO
DOCUMENT
TECHNIQUE
SUR
LES PÊCHES

101
Suppl. 3

ORGANISATION
DES
NATIONS UNIES
POUR
L'ALIMENTATION
ET
L'AGRICULTURE
Rome, 1988

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

M-43
ISBN 92-5-202704-1

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, mise en mémoire dans un système de recherche bibliographique ni transmise sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit: électronique, mécanique, par photocopie ou autre, sans autorisation préalable. Adresser une demande motivée au Directeur de la Division des publications, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie en indiquant les passages ou illustrations en cause.

© **FAO 1988**

PREPARATION DE CE DOCUMENT

Ce logiciel et son manuel ont été élaborés pour le Département des Pêches de la FAO, par Benoit Mesnil (IFREMER) à partir de matériels et documents existants qui ont été combinés et améliorés pour une utilisation plus facile et plus sûre, en particulier dans les pays en développement où l'assistance en informatique fait parfois défaut.

Le logiciel est écrit en FORTRAN et comporte deux diskettes de 360K dont l'une contient les versions exécutables compilées des programmes et l'autre le code source interprété.

Le manuel est distribué sans les diskettes. Ces dernières peuvent être demandées à la FAO, en expédiant le formulaire disponible à la dernière page de ce manuel, ou aux réseaux d'utilisateurs de logiciels indiqués sur le formulaire, qui ont accepté de les distribuer gratuitement.

Les difficultés éventuellement rencontrées en utilisant le logiciel devraient être résolues par un programmeur compétent à partir du code source disponible sur les diskettes. En dernier ressort, une enquête peut-être envoyée à l'auteur, qui remercie à l'avance les utilisateurs pour les remarques constructives qu'ils voudront bien lui envoyer.

Distribution

FAO Département des Pêches
Fonctionnaires régionaux
des pêches de la FAO
IFREMER, Paris
Auteur

La référence bibliographique de ce document doit être donnée ainsi :

Mesnil, B., 1988. Logiciels pour l'évaluation des stocks de poissons. ANACO : Logiciel d'analyse des données de capture par classe d'âge sur IBM PC et compatibles. FAO Doc.Tech. Pêches,(101)Suppl.3: 78 p.

RESUME

L'analyse des cohortes au sens large (plus connue sous son sigle anglais VPA pour analyse de populations virtuelles) est devenue une des techniques les plus répandues pour l'évaluation des populations aquatiques exploitées à partir des données de captures par groupe d'âge. Elle vise essentiellement deux objectifs :

- Le suivi des états successifs du stock sous l'effet des activités halieutiques et des facteurs liés à l'environnement.

- L'ajustement des paramètres de base (en particulier les mortalités par pêche) des modèles analytiques ou structuraux utilisés pour l'analyse et la simulation des stocks et des pêcheries.

Cette technique possède des propriétés remarquables. Toutefois, l'obtention de résultats précis, voire tout simplement pertinents, suppose que soient remplies un certain nombre de conditions touchant à l'utilisation de l'outil lui-même et aux données.

L'objectif de ce manuel dans lequel considérations théoriques et programmes d'application sont étroitement associés est d'offrir à l'utilisateur un moyen de se familiariser avec la technique de telle sorte qu'il puisse en percevoir le potentiel et les limites.

Ce document présente deux jeux de programmes associés à l'analyse des cohortes :

- *SIMUCO* est avant tout un outil d'exploration des mécanismes et propriétés des analyses séquentielles de captures aux âges. Il comprend en outre une option d'analyse sur les données d'une seule année, avec possibilité de corriger les écarts par rapport aux conditions d'équilibre, et présente une introduction aux analyses de sensibilité.

- L'ensemble *VPBAS-COHORT-VPUTIL* permet une utilisation en vraie grandeur, telle qu'elle se pratique dans les groupes de travail et commissions d'évaluation des pêcheries, à partir des séries historiques de captures par âge. *VPBAS* et *VPUTIL* servent à créer et gérer les 'bases de données', et *COHORT* aux calculs proprement dits.

La présentation des programmes comprend un bref rappel des bases théoriques, un guide de l'utilisateur et des exercices commentés. Les programmes eux-mêmes et des jeux de données pour essai sont disponibles sur disquettes au format MS-DOS pour micro-ordinateurs IBM PC et compatibles (*).

(*) Ceci n'engage aucunement la responsabilité des sociétés MICROSOFT et IBM.

P R E F A C E

Ce document fait partie d'une série, diffusée par la FAO, consacrée à l'analyse des stocks de poissons et des pêcheries pour la promotion d'une gestion rationnelle des ressources halieutiques, et dont la liste est donnée à la fin du manuel. Les programmes diffusés proviennent en majorité d'institutions de recherche nationales et ont été souvent modifiés et standardisés pour la FAO pour faciliter leur utilisation.

L'auteur a essayé de suivre, autant que possible, les contraintes imposées par la FAO en vue de rendre le logiciel aussi adaptable et aussi sûr que possible. C'est pourquoi on trouvera dans ce manuel :

- un rappel de la méthodologie et de ses hypothèses de base;

- une routine (SIMUCO) permettant à l'utilisateur novice d'expérimenter seul sur des données réelles ou générées par simulation avec l'aide du logiciel. Cette routine est essentielle à la compréhension de la méthode et des résultats qu'elle produit et à l'appréciation de sa puissance mais aussi de ses dangers. L'effet du non respect de certaines hypothèses de base peut aussi être directement observé par l'utilisateur;

- des calculs de sensibilité, effectués systématiquement pour permettre à l'utilisateur d'apprécier la robustesse des conclusions. Ils permettent aussi d'identifier les données et les paramètres "critiques" dont dépendent largement les résultats et sur lesquels les efforts de recherche doivent se porter en priorité;

- des fichiers de données (FAOSTOCK) permettant à l'utilisateur de se familiariser immédiatement avec le logiciel et son fonctionnement. Ces données sont utilisées dans des exercices dont les résultats sont commentés;

- des écrans d'aide succincts;

- une note pour les programmeurs.

Cet environnement relativement riche, associé à une programmation soignée devrait permettre une utilisation de l'analyse des cohortes dans de bonnes conditions de sécurité pour des débutants, ou des étudiants pendant des cours de formation. Le logiciel est également utilisable par des experts pour des analyses en grandeur réelle.

Le logiciel n'offre cependant pas de facilités pour la calibration ("fine tuning") de l'analyse des cohortes. L'utilisateur devra comparer, dans un deuxième temps, les résultats obtenus avec ANACO (mortalité par pêche et biomasses, par exemple) avec des données indépendantes disponibles (efforts et rendements, par exemple) et affiner l'analyse en modifiant les paramètres d'entrée dans ANACO jusqu'à l'obtention de relations acceptables entre les grandeurs, calculées et observées.

Pour une utilisation intensive des techniques de calibration, l'utilisateur pourrait se référer à :

Korver, R.M., 1983 Basic programs for investigating relationships between output of cohort analysis and independent indices of fish stock abundance. Can.Tech.Rep.Fish.Aquat.Sci.,(1160):103 p.

AVERTISSEMENT:

Bien que testés avec soin, les programmes fournis avec ce manuel sont livrés sans garantie. Ni l'auteur, ni son Institut d'origine, ni la FAO, ne sauraient être tenus responsables des difficultés rencontrées lors de leur utilisation ou des résultats qu'ils ont permis d'obtenir.

Des améliorations du logical sont certainement possibles avec la collaboration des utilisateurs que l'auteur remercie par avance, pour leurs suggestions et remarques constructives.

REMERCIEMENTS:

L'auteur tient à remercier Alain LAUREC et Leonardo SANTARELLI à qui revient la paternité du programme SIMUCO. Les autres programmes ont existé à l'IFREMER, sous une forme ou une autre, depuis de nombreuses années et ont bénéficié des améliorations suggérées par les collègues qui les ont utilisés.

Les remarques formulées par Per SPARRE et Serge GARCIA de la FAO lors de la préparation de ce manuel ont contribué à améliorer très significativement l'agrément et la sécurité d'emploi des programmes.

SOMMAIRE

INSTALLATION et LANCEMENT

INTRODUCTION P. 1

1. PRINCIPES DE BASE DE L'ANALYSE DE COHORTES P. 4

1.1. Groupes d'âge et cohortes. P. 4
1.2. Les équations de base. P. 6
1.3. Caractéristiques générales des programmes. P. 11

2. ANALYSE D'UNE COHORTE ISOLEE ou D'UNE PSEUDO-COHORTE.

2.1. Programme SIMUCO : Caractéristiques et fonctions. P. 12
2.2. Guide d'utilisation. P. 14
3.3. Exercices commentés. P. 16

3. L'ANALYSE DE COHORTES SUR TABLEAUX COMPLETS.

3.1. STRUCTURE et COMPOSITION des BASES de DONNEES VPA. P. 29

3.2. GESTION ORDINAIRE des BASES de DONNEES : Programme VPBAS.

3.2.1. Caractéristiques et fonctions. P. 33
3.2.2. Guide d'utilisation. P. 33

3.3. ANALYSE des DONNEES : Programme COHORT.

3.3.1. Caractéristiques et fonctions. P. 38
3.3.2. Guide d'utilisation. P. 40

3.4. MANIPULATION des FICHIERS : Programme VPUTIL.

3.4.1. Caractéristiques et fonctions. P. 44
3.4.2. Guide d'utilisation. P. 45

3.5. EXERCICES COMMENTES.

3.5.1. Les données. P. 61
3.5.2. Les résultats. P. 61

REFERENCES P. 70

ANNEXES P. 71

A. Installation et lancement
B. Note aux programmeurs
C. Liste des variables types de programmes VPBAS, VPUTIL et COHORT.
D. Liste des manuels, programmes et logiciels déjà diffusés par le Département des pêches de la FAO.

A N A C O

LOGICIEL D'ANALYSE DES DONNEES DE CAPTURES PAR CLASSE D'AGE SUR IBM PC ET COMPATIBLES

INTRODUCTION

Les analyses séquentielles de captures aux âges, dites analyses de cohortes au sens large, sont devenues depuis leur introduction par GULLAND (1965) à la suite des travaux de FRY (1949) un des outils les plus communément utilisés en évaluation de stocks halieutiques exploités. Elles servent un double objectif:

Le premier est l'analyse rétrospective de la démographie du stock. Les populations marines sont inaccessibles à l'observation et les captures des pêcheurs en sont la seule fraction visible (notion de population virtuelle). A partir de ces captures et de leur composition en âge, l'analyse fournit, pour la série des années couvertes par l'échantillonnage, des estimations des effectifs du stock à chaque âge. Il est alors possible de retracer les variations d'abondance, de biomasse ou de recrutement du stock et d'en étudier les relations avec celles des facteurs de l'environnement et de l'activité de pêche.

Le second est l'ajustement des modèles structuraux d'évaluation et de simulation des stocks et des pêcheries. On s'intéresse alors en particulier à un second produit des analyses de cohortes, les coefficients instantanés de mortalité par pêche, fonctions du rapport entre la capture en nombre et l'effectif moyen sur l'intervalle de temps considéré, et à leurs variations selon les âges et les années. Ces coefficients mesurés *a posteriori* peuvent servir à des projections des états futurs du stock ou à des diagnostics de la réponse du stock à des intensités variables d'exploitation.

L'obtention d'estimations acceptables de ces paramètres, qu'il s'agisse des effectifs du stock ou des mortalités par pêche aux âges, nécessite cependant, de la part de l'utilisateur, une parfaite maîtrise de la technique d'analyse et des données. On avait eu l'illusion, par exemple, que les analyses de cohortes pourraient fournir des estimations des mortalités par pêche sans recours aux efforts de pêche ; il a fallu revenir à la raison. S'il n'existe d'autre voie vers la maîtrise des données biologiques et la connaissance des pêcheries que l'expérience et le travail de terrain, la technique quant à elle peut être enseignée, et son acquisition perfectionnée par la pratique. C'est dans cet esprit que le présent document a été élaboré.

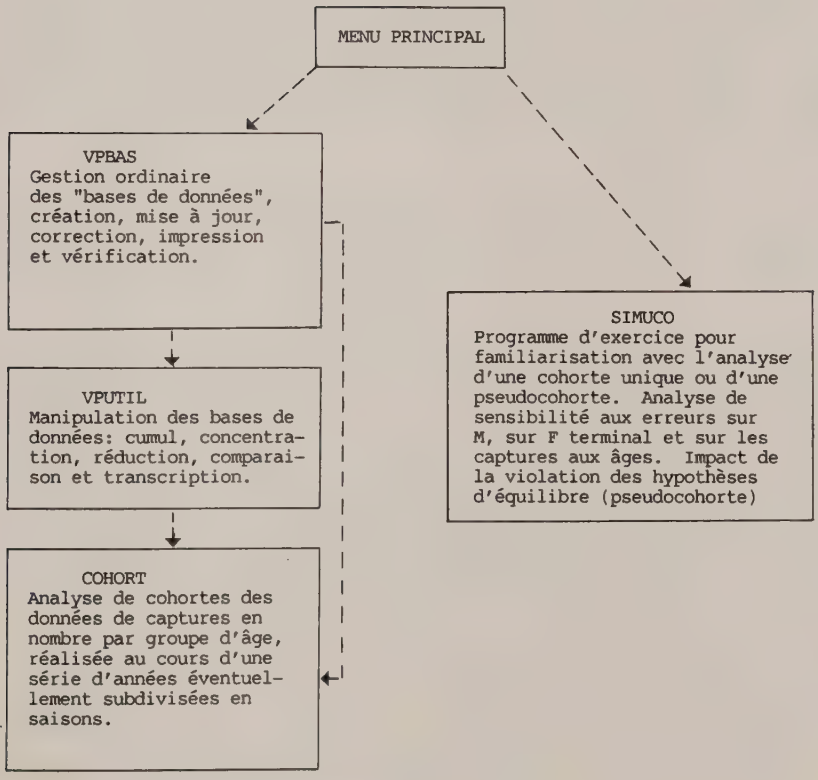
Le lecteur pourra se familiariser avec les principes et la mise en oeuvre de deux outils associés aux analyses de cohortes. SIMUCO est avant tout destiné à des exercices de 'démontage' des mécanismes de l'analyse : les données, l'initialisation, les effets d'erreurs et le phénomène de convergence. Au delà de ses propriétés pédagogiques, il inclut une option (analyse de pseudo-cohorte corrigée) dont les capacités opérationnelles devraient se révéler utiles dans bien des cas de terrain. Il présente en outre une introduction aux analyses de sensibilité.

L'ensemble VPBAS-COHORT (et l'utilitaire VPUTIL associé) est beaucoup plus destiné à la mise en oeuvre 'en vraie grandeur' sur des séries historiques de captures aux âges. Sa conception est proche de celle des logiciels d'analyses de cohortes utilisés en routine dans divers laboratoires et commissions internationales de pêche.

Après un rappel des principes essentiels, les guides de l'utilisateur de ces outils seront explicités et les résultats de jeux d'essai commentés. On trouvera en annexe des indications sur la mise en oeuvre des programmes à partir des disquettes de distribution et des aides pour les programmeurs désirant modifier les programmes.

Le logiciel complet a été baptisé ANACO. On a également donné ce nom à un programme d'accueil permettant d'appeler les différentes fonctions souhaitées et qui permet en outre de consulter un guide d'aide succinct.

A N A C O


MENU PRINCIPAL
VPBAS
Gestion ordinaire des "bases de données", création, mise à jour, correction, impression et vérification.
VPUTIL
Manipulation des bases de données: cumul, concentration, réduction, comparaison et transcription.
COHORT
Analyse de cohortes des données de captures en nombre par groupe d'âge, réalisée au cours d'une série d'années éventuellement subdivisées en saisons.
SIMUCO
Programme d'exercice pour familiarisation avec l'analyse d'une cohorte unique ou d'une pseudocohorte. Analyse de sensibilité aux erreurs sur M, sur F terminal et sur les captures aux âges. Impact de la violation des hypothèses d'équilibre (pseudocohorte)

1. PRINCIPES DE BASE

1.1. Groupes d'âge et cohortes.

Par définition, une cohorte est constituée de l'ensemble des individus nés à l'issue d'une même saison de reproduction, une année donnée. Si l'espèce considérée ne se reproduit qu'une fois par an, cas le plus fréquent des espèces tempérées, il n'y a qu'une cohorte annuelle et le terme est synonyme de classe annuelle. S'il existe plusieurs saisons de ponte distinctes chaque année, ce qui est le cas d'une majorité de stocks tropicaux, on pourra alors définir plusieurs cohortes par an dans la mesure toutefois où, au cours du temps, les individus échantillonnés pourront être attribués sans ambigüité à leur cohorte d'origine.

Les groupes d'âge sont définis de façon conventionnelle par référence à l'année légale : les individus appartiennent au groupe d'âge 0 l'année de leur naissance, au groupe 1 entre le 1er janvier et le 31 décembre de l'année suivante, et ainsi de suite, quelle que soit la date exacte de la ponte.

Ces deux définitions valent aussi bien pour la population que pour les captures. Attachons nous désormais à ces dernières, en considérant le cas simple où une seule cohorte naît chaque année. L'échantillonnage des captures permet d'en estimer le nombre total et la composition en taille ou en âge. Cette dernière peut être obtenue directement, mais le plus souvent on procède par analyse des distributions de taille (résolution polymodale effectuée par exemple à l'aide des programmes LFSA, SPARRE, 1987 ou ELEFAN, ICLARM, 1988) ou par application de clés taille-âge. Il est alors facile de rattacher les individus aux cohortes : les poissons capturés à l'âge t l'année y appartiennent à la même cohorte que ceux capturés à l'âge t-1 l'année y-1, à l'âge t-2 l'année y-2, etc ... qui tous sont nés l'année y-t. Ceci est illustré par la figure 1 sur laquelle on a fait ressortir une des cohortes, née l'année 0 et apparaissant dans les captures (recrutement à la pêcherie) à l'âge 1.

Ce schéma met également en évidence deux contraintes de l'analyse de cohortes :

- Si l'on veut retracer l'évolution de la pêcherie à travers les cohortes qui ont contribué aux captures, on doit disposer de séries historiques de captures aux âges suffisamment longues.

- Il ne doit pas exister d'année manquante dans l'échantillonnage des captures aux âges, en particulier si le recrutement et les modalités d'exploitation sont très variables, ce qui interdit d'utiliser la composition en âge observée une autre année.

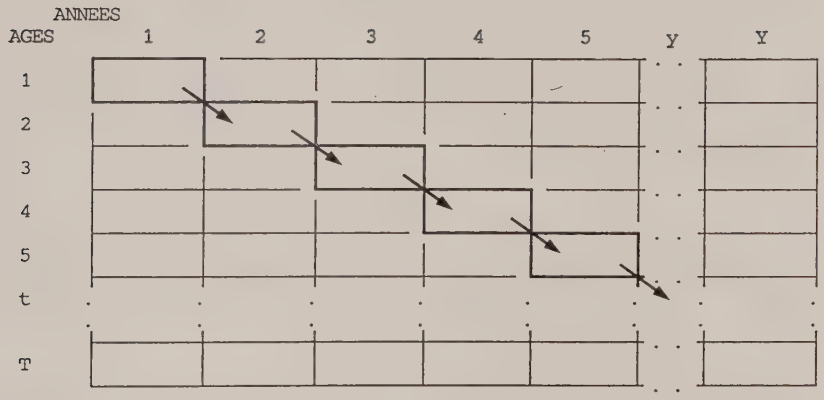


Figure 1. Structure démographique type du stock au fil des années.
Une des cohortes est mise en évidence.

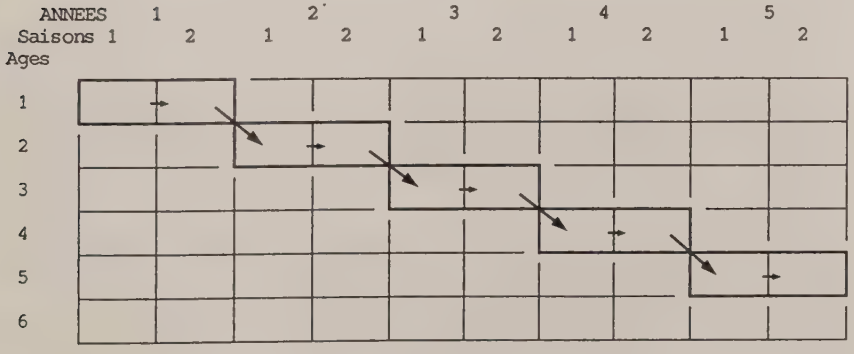


Figure 2. Structure dans laquelle on a défini 2 saisons de pêche par an.

L'ensemble VPBAS-COHORT présenté plus loin permet en fait d'analyser des structures un peu plus complexes dans lesquelles on distingue, au sein de chaque année, différentes saisons de pêche (mais toujours une seule cohorte par an), dans le but de mieux cerner les spécificités de la pêcherie et les activités des flottilles. La figure 2 illustre ce type de structure et la façon de parcourir les cohortes dans le cas où l'on voudrait considérer deux saisons de pêche ; les mortalités par pêche saisonnières aux âges obtenues par analyse d'un tel tableau sont utilisables dans des simulations de changements des calendriers de pêche.

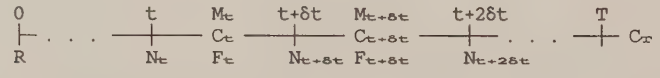
Si le stock étudié est composé de plusieurs cohortes annuelles (et que, rappelons le, celles-ci restent identifiables au fil du temps), il est sans doute préférable de les analyser comme des 'stocks' séparés, avec chacune leur base de données (les poids moyens et fécondités aux âges sont probablement différents). Au besoin, on superposera un découpage saisonnier pour décrire plus finement leurs modalités d'exploitation.

Il sera fait allusion à la notion de 'groupe plus (+)' : on désigne par là l'ensemble des individus d'une cohorte d'âge T et plus, soit qu'on ne puisse pas déterminer leur âge exact, soit que leur contribution à la capture soit si erratique qu'on préfère la cumuler. Par extension, le terme est aussi utilisé pour désigner les individus d'âge T et plus capturés une année donnée, et appartenant donc à des cohortes différentes.

1.2. Les équations de base.

Les analyses de cohortes sont une des techniques d'ajustement des modèles structuraux et les équations de base sont celles de cette classe de modèle. Elles seront rappelées ici brièvement ; il est utile de se référer à BEVERTON et HOLT (1957), RICKER (1975), MESNIL (1980) ou JONES (1981, 1983).

Considérons une cohorte parmi toutes celles que l'on a suivies ou qui sont présentes dans le stock. L'identification groupe d'âge t/année y/cohorte étant sans ambigüité, la notation sera simplifiée avec référence à l'âge t seul et l'on s'aidera du schéma ci-dessous :



A sa naissance (groupe 0), cette cohorte avait un effectif R (recrutement). Les effets combinés de la pêche et de la mortalité pour toutes autres causes dites naturelles entraînent au fil du temps une décroissance de l'effectif de la cohorte. Le modèle stipule qu'à tout instant le nombre de décès par unité de temps est proportionnel à l'effectif présent au début d'intervalle :

$$\frac{dN_t}{dt} = - Z_t \, . \, N_t = - (F_t + M_t) \, . \, N_t \qquad [1]$$

Le coefficient instantané Z_t de mortalité totale à l'âge t se décompose en deux coefficients instantanés F_t et M_t, respectivement de mortalité par pêche et de mortalité naturelle. Les individus de la cohorte appartiennent au groupe d'âge t l'année y. Si l'effort de pêche déployé cette année là est E_y, on a la relation : $F_t = q_t \cdot E_y$ [2]
où q_t est la capturabilité des individus du groupe d'âge t vis-à-vis du ou des engins de pêche utilisés.

L'intégration de l'équation [1] sur un intervalle de durée δt permet de définir les deux équations fondamentales :

$$N_{t+\delta t} = N_t \cdot e^{-(F_t + M_t).\delta t} \quad \text{équation de survie} \quad [3]$$

$$C_t = F_t \cdot N_t \cdot [1 - e^{-(F_t + M_t).\delta t}]/(F_t + M_t) \quad [4]$$

équation des captures en nombre, qui s'écrit aussi :

$$C_t = F_t \cdot N_{t+\delta t} \cdot [e^{(F_t + M_t).\delta t} - 1]/(F_t + M_t) \quad [5]$$

On peut également faire référence au nombre moyen d'individus présents au cours de l'intervalle de durée δt :

$$\bar{N}_t = N_t \cdot [1 - e^{-(F_t + M_t).\delta t}]/[(F_t + M_t).\delta t] \quad [6]$$

qui permet d'écrire l'équation des captures sous la forme :

$$C_t = F_t \cdot \bar{N}_t \cdot \delta t \quad [4']$$

Ces équations se simplifient dans le cas où l'intervalle de temps δt a une durée égale à l'unité, c'est-à-dire le plus souvent à une année.

L'échantillonnage ayant fourni des estimations des captures C_t réalisées sur la cohorte aux âges t successifs, on dispose alors d'un système d'équations liant les valeurs successives des N_t et F_t, sous réserve que soient connus en outre les coefficients M_t de mortalité naturelle (généralement supposés constants avec l'âge).

Le problème le plus sérieux provient du fait que ce système est sous-déterminé : il y a une inconnue de plus qu'il n'y a d'équations. Il suffirait de connaître l'effectif N_t de la cohorte ou la mortalité par pêche F_t qu'elle a subie à un âge t quelconque pour que le système entier puisse être résolu (étant non linéaires, les équations n'ont pas de solution analytique ; les programmes les résolvent par itérations). A défaut, il faut injecter une estimation de l'une des inconnues. Les effectifs de la cohorte étant particulièrement difficiles à évaluer directement, on partira le plus souvent d'une estimation de la mortalité par pêche. C'est le processus d'*initialisation de l'analyse de cohortes*.

En pratique, cette initialisation s'effectue sur le groupe d'âge T le plus âgé de la cohorte et la résolution séquentielle du système procède en remontant vers les groupes plus jeunes (en utilisant l'équation [6] et l'inverse de l'équation [3]), pour profiter d'une propriété dite de convergence de l'analyse de cohortes. JONES (1961) le premier a mis en évidence qu'en procédant ainsi en rétro-calcul, l'erreur relative éventuellement commise en estimant le

paramètre d'initialisation tend à s'estomper au fur et à mesure que l'on atteint les groupes les plus jeunes. On désignera par le terme de 'F terminal' le coefficient F_T d'initialisation pour lequel une valeur est choisie par l'utilisateur.

La propriété de convergence ne se manifeste cependant que sous certaines conditions. A partir d'une approximation qu'il a établie, POPE (1972) a montré que la décroissance de l'erreur relative sur les résultats pour l'âge t est une fonction de la mortalité par pêche cumulée entre les âges t et T-1 :

$$\frac{\delta F_t}{F_t} = \frac{\delta F_T}{F_T} \cdot \exp\left(-\sum_{i=t}^{T-1} F_i\right) = -\frac{\delta N_t}{N_t} \qquad [7]$$

Cette relation met en évidence une condition à l'utilisation de l'analyse de cohortes : la reconstitution des états des cohortes à partir de l'abondance virtuelle révélée par les captures ne peut donner des résultats acceptables que si ces captures sont la cause prédominante de décroissance des effectifs des cohortes. Il est donc illusoire de se servir de cette technique sur un stock faiblement exploité et/ou soumis à une forte mortalité naturelle.

L'usage impose que, pour l'estimation des effectifs du stock, l'analyse porte sur la totalité des captures extraites du stock analysé, par l'ensemble des flottes qui l'exploitent : on ne peut se contenter ni des captures d'un seul pays ou d'une seule flottille dans une pêcherie internationale (sauf extrapolation aux prélèvements totaux sous hypothèse de composition en âge identique), ni des seuls débarquements lorsqu'il y a tri à bord et rejet d'une partie des captures.

L'outil SIMUCO présenté plus loin permet de vérifier expérimentalement l'impérieuse nécessité de respecter ces principes. Il présente en outre une introduction aux analyses de sensibilité. Celles-ci permettent d'estimer l'écart relatif entre deux résultats en fonction de la différence relative entre deux valeurs d'une des données de l'analyse (F terminal, mortalité M ou capture à un âge t). On définit pour cela des coefficients de sensibilité β tels que, y étant un résultat et x une donnée :

$$\frac{\delta y}{y} = \beta \cdot \frac{\delta x}{x} \quad \text{soit} \quad y + \delta y = y \cdot \left(1 + \beta \cdot \frac{\delta x}{x}\right) \qquad [8]$$

Autrement dit, un changement relatif de 1 % en x se traduit par une variation relative de β % de y. Ces coefficients β diffèrent selon le paramètre considéré et varient selon l'âge t. Ils sont ici calculés explicitement à partir des dérivées premières, en négligeant les termes d'ordre plus élevé.

Toutes les règles et procédures mises en évidence dans le cas d'une cohorte isolée s'appliquent lorsque l'analyse porte sur un tableau entier de captures par âge et par année (structure des figures 1 ou 2) : on ne fait rien d'autre que de traiter successivement chacune des cohortes représentées dans la pêcherie sur la période considérée. Comme l'indique la figure 3, on partira d'un tableau des captures et d'une valeur unique (ou d'un tableau) de mortalité naturelle pour obtenir deux tableaux de mêmes dimensions, l'un contenant les effectifs **N** des groupes d'âge en début d'année (ou de saison), l'autre les mortalités par pêche **F** qu'ils ont subies au cours de chacune des années.

On a figuré par des carrés noirs dans le tableau des mortalités par pêche F les valeurs d'initialisation qui sont choisies par l'utilisateur (F terminaux). Sur la dernière ligne, il s'agit des mortalités par pêche à l'âge T de fin d'exploitation. Ce groupe n'est jamais un véritable 'groupe +' car il comprend les captures à l'âge T et plus observées sur l'année y, qui donc appartiennent à des cohortes différentes ; les effectifs N_T correspondants sont donc calculés à partir de l'équation [4]. La dernière colonne correspond à l'année la plus récente pour laquelle on dispose de données ; les cohortes n'ont pas atteint l'âge final d'exploitation et doivent être initialisées à l'âge auquel on les observe cette année là. Sur la figure, les effectifs N correspondants dérivent directement des F terminaux choisis et sont donc eux aussi marqués d'un carré noir.

On a fermement rappelé que le tableau des captures doit contenir la totalité des prélèvements effectués par l'ensemble des flottes exploitant le stock. Lorsqu'en fin d'analyse on dispose du tableau des mortalités par pêche F, il est possible de calculer les mortalités par pêche par âge et par année (et/ou saison) dues à chacune des flottes pour lesquelles on connaît les captures en nombre. Cette opération de ventilation des mortalités par pêche est basée sur la forme [4'] de l'équation des captures explicitant l'effectif moyen de la cohorte à l'âge t l'année (ou saison) y :

$$C_{t,y} = F_{t,y} \cdot \bar{N}_{t,y} \cdot \delta t \quad (\delta t = 1 \text{ en général})$$

L'ensemble des flottes f s'adressant au même effectif moyen, on peut écrire :

$$C_{t,y,f} = F_{t,y,f} \cdot \bar{N}_{t,y} \cdot \delta t$$

La mortalité par pêche exercée sur la cohorte à l'âge t l'année y par la flotte f est donc obtenue par :

$$F_{t,y,f} = \frac{C_{t,y,f}}{C_{t,y}} \cdot F_{t,y} \qquad [9]$$

L'équation [2] s'applique également aux mortalités par pêche partielles de la flotte f qui, si l'on note $E_{y,f}$ l'effort qu'elle a appliqué l'année y, se décomposent en :

$$F_{t,y,f} = q_{t,f} \cdot E_{y,f}$$

L'opération de ventilation est schématisée sur la figure 4.

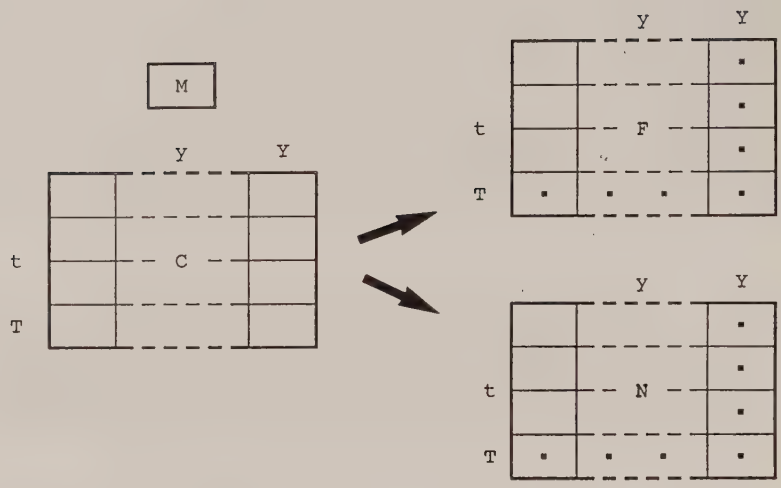


Figure 3. Schéma général de l'analyse de cohortes.
A gauche : les données.
A droite : les résultats (sauf initialisations notées ▪).

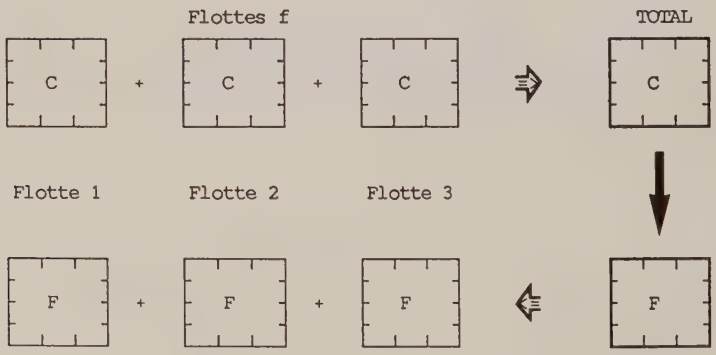


Figure 4. Procédure de ventilation des mortalités par pêche.

1.3. Caractéristiques générales des programmes.

Les programmes sont conçus pour être utilisés sur micro-ordinateur compatible IBM-PC disposant d'au moins 256 Ko de mémoire RAM et, de préférence, de 2 supports de disque souples ou durs. L'annexe A comporte des indications sur l'installation des programmes sur disque dur ou leur copie sur disquette, ainsi que les procédures de lancement. Le plus simple est de lancer le programme d'accueil en frappant : ANACO.

Le système d'exploitation est le MS-DOS (version 2.11 ou ultérieure). Les noms de fichiers doivent donc obéir aux règles de syntaxe de ce système et être composés d'un primaire de 8 caractères au plus suivi d'un point et d'une extension de 3 caractères au plus. Les sous-répertoires sont admis dans la limite de 15 caractères (ne marquer le signe \ ni en début ni en fin). Les règles d'identification des bases VPA font exception et seront explicitées plus loin. Les fichiers qui les constituent sont enregistrés sur disque en accès direct et le contenu est codé en binaire. Il ne faut jamais y accéder par un éditeur de texte, sauf après transcription en format séquentiel par l'option 8 de *VPUTIL*. Ayez en toujours des copies de sauvegarde.

Les fonctions des programmes sont accessibles via des menus ; le choix s'effectue en indiquant le NUMERO correspondant à l'option. Quand des réponses sont proposées par défaut, il suffit de frapper la touche RETURN, ou ENTER sur certains claviers (et non pas d'écrire "RETURN" en toutes lettres) pour les accepter. On notera en particulier que l'unité de disque par défaut est le disque dur identifié par C. Les entrées alphanumériques peuvent être en majuscules ou en minuscules.

Chaque fois que cela est possible, une réponse par défaut est proposée pour l'entrée des nombres. Le programme intercepte les entrées non valides (lettres au lieu de chiffres, point ou virgule dans un entier) et marque le point décimal pour un nombre réel si l'utilisateur ne l'a pas fait. ATTENTION : les virgules dans les nombres réels sont interprétées comme des points comme le veut l'écriture française ; ne les utilisez donc jamais comme séparateurs des milliers (notation américaine). Toujours pour les réels, la notation scientifique (par exemple : .25E-3 où E précède les puissances de 10) est admise.

Pour l'impression des résultats, vous avez le choix entre trois supports : l'écran (par défaut), l'imprimante ou un fichier sur disque. Les deux premiers prévoient un formatage sur 80 colonnes en largeur adapté aux imprimantes étroites. Pour les fichiers (que vous aurez identifiés selon la norme MS-DOS rappelée ci-dessus), vous pourrez choisir une écriture au format texte (par défaut) pour récupération en traitement de texte, ou au format "champs séparés par virgule" (CSV) pour récupération par des tableurs ou des programmes BASIC. Une fois qu'un fichier-impression est ouvert, vous avez le choix, pour les sorties successives, de conserver le même fichier soit en l'augmentant (par défaut) soit en le réinitialisant (en perdant l'ancien contenu), ou de le fermer pour sauvegarde et d'en ouvrir un autre pour séparer les différents résultats.

2. ANALYSE DE COHORTE ISOLEE ou DE PSEUDO-COHORTE.

2.1. SIMUCO : Caractéristiques et fonctions.

L'outil SIMUCO réalisant ce type d'analyse est d'abord destiné à des exercices de familiarisation avec les mécanismes de l'analyse de cohortes.

Dans le cas d'une cohorte isolée, on partira soit de données réelles de captures en nombre par groupe d'âge au cours de la période d'exploitation d'une cohorte extraite d'une structure telle que celle de la figure 1, soit d'un vecteur de captures reconstitué à partir d'un effectif au recrutement et d'un vecteur de mortalités par pêche aux âges choisi par l'utilisateur. On pourra s'intéresser aux effets (signe et magnitude) d'erreurs sur le coefficient F_T d'initialisation au dernier âge T, sur le coefficient de mortalité naturelle M (ici supposé égal à tous les âges), ou sur des valeurs individuelles de captures. Les phénomènes ainsi mis en évidence sont directement transposables au cas de l'analyse sur tableaux complets qui sera exposée dans la seconde partie.

On appelle "pseudo-cohorte" l'ensemble des individus observés à des âges successifs, non pas d'année en année au fil de la vie d'une cohorte vraie, mais au cours d'une année donnée, selon le schéma de la figure 5 pour une année notée J. Comme l'indique la partie gauche de ce schéma, chacun des groupes d'âge représentés l'année J appartient à une cohorte distincte, recrutée avec un effectif propre et ayant subi depuis sa naissance une série particulière d'événements.

Si les recrutements et les taux de mortalité par âge ont été identiques d'année en année au cours de la période considérée, le stock est dit en équilibre et les états de la pseudo-cohorte aux âges successifs une année donnée équivalent ceux de l'une quelconque des cohortes du stock au cours du temps.

Cependant, le biologiste des pêches est parfois requis pour formuler un diagnostic de l'état d'un stock et de son exploitation sans disposer pour cela d'une série historique de captures par groupes d'âge ; il devra alors utiliser les données relatives à quelques années, voire une seule, et supposer dans un premier temps que le stock et les pêcheries se sont conformés à l'hypothèse d'équilibre. Il s'en rapprochera encore en moyennant les captures par âge sur les années échantillonnées, dans la mesure toutefois où les variations de recrutement ou de mortalité par pêche étaient aléatoires. Si en revanche une tendance continue (augmentation de l'effort, du nombre de navires ...) ou de fortes variations du recrutement se sont manifestées, l'hypothèse d'équilibre doit être rejetée.

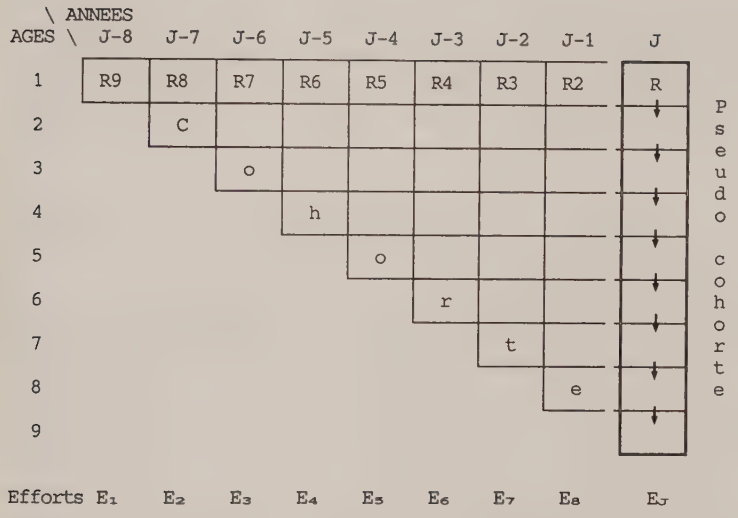


Figure 5. Structure de pseudo-cohorte et notion d'équilibre.

L'option d'analyse de pseudo-cohorte de SIMUCO (LAUREC et SANTARELLI, 1987) permet de contourner la difficulté. Même si l'on ne dispose pas de données détaillées en âge depuis l'année de naissance du plus vieux groupe d'âge capturé, on peut vraisemblablement accéder au moins à des documents indiquant, ne serait-ce qu'approximativement, les niveaux relatifs d'effort de pêche déployé sur le stock (nombre de navires, de marins embarqués, nombre de filets ou de casiers achetés aux coopératives ...). Cette option permet de prendre en compte ces indices d'effort pour corriger les estimations obtenues sous hypothèse d'équilibre, en supposant alors que la capturabilité à chaque âge n'a pas varié d'une année sur l'autre.

Moins fréquemment peut-être, on pourra obtenir de la même façon des indices sur les variations du recrutement : effets notoires de l'hydroclimat, c.p.u.e. des flottilles pêchant sélectivement les juvéniles ou statistiques pour les catégories commerciales correspondantes, campagnes de navires de recherche ... SIMUCO permet d'en tenir compte pour corriger les estimations. Si l'on ne dispose pas de telles données, l'analyse de sensibilité incorporée à SIMUCO permet de juger des erreurs commises en admettant l'hypothèse d'équilibre alors qu'elle n'est pas valide.

La correction des effets de non-équilibre n'est pas possible si l'on utilise la procédure habituelle de l'analyse de cohortes en rétro-calcul, à partir du groupe le plus âgé : dans ce cas, les effectifs calculés à l'entrée dans chaque groupe d'âge ne dépendent en effet que des captures aux âges ultérieurs et des mortalités par pêche que ceux-ci ont subies, lesquelles dépendent à leur tour du F terminal introduit.

Il est donc indispensable d'effectuer l'analyse de pseudo-cohorte en mode direct ou descendant, du plus jeune vers le plus vieux groupe d'âge exploité, en estimant au passage la capturabilité relative spécifique de chaque âge. La procédure repose sur l'équation suivante qui s'applique à chacune des cohortes vraies c représentées à l'âge t l'année J :

$$N_{c,t} = R_c \cdot \exp\left(-\sum_{i=1}^{t-1} [q_i \cdot E_{c+y} + M]\right)$$

Les mortalités par pêche F_t aux âges t l'année J sont alors calculées par itération à partir du ratio $C_t/N_{c,t}$ et les capturabilités spécifiques des âges t par la relation : $q_t = F_t/E_J$.

L'initialisation de la procédure suppose que l'on introduise soit le recrutement R l'année J soit une estimation de la mortalité par pêche ou de la capturabilité du groupe d'âge au recrutement. On a préféré ici simuler la procédure habituelle dans laquelle on choisit la mortalité par pêche sur le groupe le plus âgé ; le programme ajuste alors les recrutements par itérations de façon à reproduire le F terminal désiré.

Dans les deux options d'analyse, le groupe terminal doit être un groupe simple et non un groupe + (captures cumulées à l'âge T et au-delà), sinon les résultats de l'analyse de cohortes seraient justes mais les coefficients de sensibilité faux.

SIMUCO accepte, en l'état, 30 groupes d'âge. Les données étant limitées aux quelques valeurs de captures aux âges voire à quelques coefficients correcteurs des efforts et des recrutements, il n'a pas été jugé utile de faire appel à des fichiers de données. Les seuls fichiers éventuellement utilisés sont les fichiers d'impression.

2.2. Guide d'utilisation.

SIMUCO est extrêmement simple à mettre en oeuvre soit à partir de l'option 1 d'ANACO soit en le lançant directement par la commande SIMUCO. Le menu vous propose trois options essentielles :

1 : Saisie des captures aux âges :

Il est obligatoire de passer par cette section comme l'indique le message affiché au départ sous le menu. Vous y indiquerez d'abord un titre (60 caractères au plus), puis les numéros du premier et du dernier groupes d'âge. Le millésime de l'année de référence (i.e. la dernière année, J sur la figure 5 ; l'année courante étant proposée par défaut) requis pour identifier les années dans l'analyse de pseudo-cohorte.

Vous saisirez ensuite les captures en nombre pour les groupes d'âge indiqués dans les messages. Selon le type d'analyse que vous souhaitez effectuer, ce seront des captures sur une cohorte au fil des années, ou aux différents âges pour l'année de référence. Dans la même boucle, les efforts et recrutements relatifs sont initialisés à 1. En cas d'erreur, répondre "1" en fin de cette saisie pour corriger les valeurs erronées, les autres pouvant être conservées par défaut.

2 : Analyse de cohorte isolée :

Si les captures aux âges saisies à l'étape précédente concernent une cohorte vraie, vous réaliserez ici l'analyse de cohorte selon la procédure habituelle. Il vous suffira d'indiquer la constante de mortalité naturelle M et de choisir le coefficient F terminal d'initialisation au dernier âge.

Les résultats imprimés se présentent en deux parties. La première donne, pour chaque âge, les captures en nombre sur lesquelles est effectuée l'analyse, puis les résultats correspondants : mortalités par pêche F et effectifs N de la cohorte à l'entrée dans chaque groupe d'âge. Les deux dernières colonnes contiennent les coefficients de sensibilité des mortalités par pêche F vis-à-vis du paramètre de mortalité naturelle M et du F terminal respectivement. Les coefficients par rapport à F_T matérialisent l'éventuelle convergence : ils valent approximativement, en inversant le signe, pour les effectifs N, ce qui n'est pas le cas des coefficients par rapport à M.

Le second tableau, imprimé en option (répondre "O" pour l'obtenir) est la matrice des coefficients de sensibilité des mortalités F résultant de l'analyse par rapport à des écarts relatifs sur des valeurs individuelles de captures à des âges donnés. L'interprétation de ces coefficients sera explicitée dans les exercices commentés.

3 : Analyse de pseudo-cohorte :

Cette option sert à l'analyse de données de captures aux âges réalisées au cours d'une année, avec éventuellement correction de variations des efforts et/ou des recrutements selon la procédure explicitée au paragraphe 2.1.

Deux possibilités vous sont offertes successivement pour saisir ou modifier les valeurs annuelles d'effort de pêche et/ou de recrutement relatifs. Avant le premier passage dans l'option, ces valeurs ont été initialisées à une valeur constante de 1. lors de la saisie des captures. Frappez la touche RETURN pour les conserver telles qu'au calcul précédent, ou répondez "1" pour les modifier. Vous aurez alors le choix entre des valeurs constantes (elles sont toutes remises à 1., option par défaut) ou des valeurs variables selon l'année. Dans ce dernier cas, répondez "1" puis saisissez les données pour chacune des années indiquées, en valeurs absolues ou en valeurs relatives à la valeur de la dernière année (elles sont transformées en valeurs relatives avant le calcul). Des valeurs nulles sont evidemment interdites pour l'effort sur la dernière année et pour les recrutements.

Indiquez ensuite, comme dans l'option 2, la constante de mortalité naturelle M et le coefficient F terminal que vous voulez simuler. Si ce dernier est trop élevé, il peut conduire à une impossibilité : la capture sur un groupe d'âge serait supérieure à l'effectif de ce groupe. Reprenez alors en injectant une valeur plus faible. Un message à l'écran permet de suivre le déroulement des itérations pour l'ajustement à ce F terminal.

Les résultats sont imprimés sur quatre tableaux, outre le rappel des efforts et recrutements relatifs par année. Le premier contient, pour chaque groupe d'âge, la capture et les résultats de l'analyse : mortalité par pêche F et effectif N l'année de référence. Viennent ensuite deux colonnes de coefficients de sensibilité des mortalités par pêche aux âges, respectivement par rapport au F terminal (convergence) et par rapport à M pour un F terminal donné.

Les trois tableaux suivants, imprimés en option, sont les matrices des coefficients de sensibilité des mortalités par pêche à un âge donné par rapport à des écarts sur des valeurs individuelles de capture aux âges et d'effort ou de recrutement annuels.

2.3. Exercices commentés.

1. Cohorte isolée :

Des captures sur une cohorte artificielle ont été calculées en partant d'un recrutement connu (10 000 individus) et d'un vecteur donné de mortalités par pêche aux âges, dont un F terminal de référence de 0.5, pour une mortalité naturelle M = 0.20.

Dans le premier exemple (tableau 1), l'analyse a été effectuée en injectant les valeurs "vraies" de M et de F_T ; elle reconstitue exactement les effectifs et les mortalités F de référence à chaque âge. Il est rassurant de voir que la technique n'introduit pas de biais.

L'interprétation des coefficients de sensibilité fait référence à l'équation [8] donnée au chapitre 1. On constate tout d'abord que les coefficients par rapport à M sont tous négatifs : une erreur positive sur M (surestimation) se traduit toujours par une sous-estimation des mortalités par pêche aux différents âges. Il y a une certaine tendance, non systématique, à la conservation de la somme Z = F + M, d'autant mieux vérifiée que la mortalité par pêche F est plus élevée à l'âge considéré. Dans notre exemple, un accroissement de 30 % de M (0.26 au lieu de 0.20) doit se traduire par une baisse de : 0.3 x 0.319 = 9.6 % de la mortalité par pêche à l'âge 6, soit une valeur pour F_6 de 0.632 (Z = 0.892) au lieu de 0.698 (Z = 0.898). On notera que les coefficients de sensibilité en M varient de façon irrégulière avec l'âge.

Tableau 1: Cohorte isolée. Etat de référence.

COHORTE ARTIFICIELLE pour ESSAIS de SIMUCO

ANALYSE DE COHORTE ISOLEE avec M = .20 et F TERMINAL = .500

	C	F	N	SENSIBILITE des MORTALITES F /M	/FT
1	91.00	.0101	.100E+05	-.5536	.0025
2	1026.00	.1500	.811E+04	-.3861	.0028
3	2054.00	.4999	.571E+04	-.2856	.0038
4	1435.00	.8001	.284E+04	-.2555	.0073
5	570.00	.9008	.104E+04	-.2792	.0170
6	160.00	.6985	.347E+03	-.3194	.0372
7	58.00	.5948	.141E+03	-.3314	.0702
8	26.00	.5887	.638E+02	-.3263	.1261
9	11.00	.5355	.290E+02	-.3060	.2197
10	5.00	.5000	.139E+02	.0000	1.0000

SENSIBILITE des MORTALITES par PECHE F par rapport aux CAPTURES

AGE pour C \ AGE pour F	1	2	3	4	5
1	.995	.000	.000	.000	.000
2	-.138	.926	.000	.000	.000
3	-.335	-.362	.782	.000	.000
4	-.285	-.308	-.427	.682	.000
5	-.139	-.151	-.209	-.401	.653
6	-.049	-.053	-.073	-.140	-.326
7	-.022	-.024	-.033	-.063	-.146
8	-.012	-.013	-.018	-.035	-.080
9	-.006	-.007	-.009	-.018	-.042
10	-.009	-.010	-.013	-.026	-.060

AGE pour C \ AGE pour F	6	7	8	9	10
1	.000	.000	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000	.000	.000
3	.000	.000	.000	.000	.000
4	.000	.000	.000	.000	.000
5	.000	.000	.000	.000	.000
6	.714	.000	.000	.000	.000
7	-.318	.748	.000	.000	.000
8	-.175	-.331	.750	.000	.000
9	-.091	-.172	-.309	.769	.000
10	-.130	-.246	-.441	-.769	.000

Tableau 2: Cohorte isolée. F terminal = 0.4.

COHORTE ARTIFICIELLE pour ESSAIS de SIMUCO

ANALYSE DE COHORTE ISOLEE avec M = .20 et F TERMINAL = .400

	C	F	N	SENSIBILITE des MORTALITES F /M	/FT
1	91.00	.0101	.100E+05	-.5566	.0035
2	1026.00	.1497	.812E+04	-.3893	.0038
3	2054.00	.4986	.572E+04	-.2897	.0053
4	1435.00	.7961	.285E+04	-.2625	.0101
5	570.00	.8904	.105E+04	-.2927	.0234
6	160.00	.6813	.353E+03	-.3427	.0503
7	58.00	.5676	.146E+03	-.3649	.0930
8	26.00	.5421	.679E+02	-.3689	.1610
9	11.00	.4657	.323E+02	-.3531	.2649
10	5.00	.4000	.166E+02	.0000	1.0000

SENSIBILITE des MORTALITES par PECHE F par rapport aux CAPTURES

AGE pour C \ AGE pour F	1	2	3	4	5
1	.995	.000	.000	.000	.000
2	-.138	.927	.000	.000	.000
3	-.334	-.361	.782	.000	.000
4	-.284	-.308	-.426	.683	.000
5	-.139	-.150	-.208	-.399	.656
6	-.049	-.053	-.073	-.139	-.321
7	-.022	-.023	-.033	-.062	-.144
8	-.012	-.013	-.018	-.034	-.079
9	-.006	-.007	-.009	-.018	-.041
10	-.011	-.011	-.016	-.030	-.070

AGE pour C \ AGE pour F	6	7	8	9	10
1	.000	.000	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000	.000	.000
3	.000	.000	.000	.000	.000
4	.000	.000	.000	.000	.000
5	.000	.000	.000	.000	.000
6	.719	.000	.000	.000	.000
7	-.309	.758	.000	.000	.000
8	-.170	-.315	.767	.000	.000
9	-.089	-.164	-.284	.795	.000
10	-.151	-.279	-.483	-.795	.000

Tableau 3: Cohorte isolée. F terminal = 0.6.

COHORTE ARTIFICIELLE pour ESSAIS de SIMUCO

ANALYSE DE COHORTE ISOLEE avec M = .20 et F TERMINAL = .600

	C	F	N	SENSIBILITE des MORTALITES F /M	/FT
1	91.00	.0101	.999E+04	-.5516	.0019
2	1026.00	.1502	.810E+04	-.3840	.0021
3	2054.00	.5008	.571E+04	-.2829	.0029
4	1435.00	.8028	.283E+04	-.2509	.0056
5	570.00	.9078	.104E+04	-.2704	.0131
6	160.00	.7105	.343E+03	-.3041	.0289
7	58.00	.6143	.138E+03	-.3089	.0555
8	26.00	.6245	.611E+02	-.2967	.1024
9	11.00	.5948	.268E+02	-.2717	.1871
10	5.00	.6000	.121E+02	.0000	1.0000

SENSIBILITE des MORTALITES par PECHE F par rapport aux CAPTURES

AGE pour C \ AGE pour F	1	2	3	4	5
1	.995	.000	.000	.000	.000
2	-.138	.926	.000	.000	.000
3	-.335	-.363	.782	.000	.000
4	-.285	-.308	-.428	.681	.000
5	-.140	-.151	-.209	-.403	.651
6	-.049	-.053	-.073	-.141	-.328
7	-.022	-.024	-.033	-.063	-.147
8	-.012	-.013	-.018	-.035	-.081
9	-.006	-.007	-.009	-.018	-.042
10	-.008	-.008	-.012	-.022	-.053

AGE pour C \ AGE pour F	6	7	8	9	10
1	.000	.000	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000	.000	.000
3	.000	.000	.000	.000	.000
4	.000	.000	.000	.000	.000
5	.000	.000	.000	.000	.000
6	.710	.000	.000	.000	.000
7	-.323	.742	.000	.000	.000
8	-.178	-.342	.738	.000	.000
9	-.093	-.178	-.329	.748	.000
10	-.116	-.222	-.410	-.748	.000

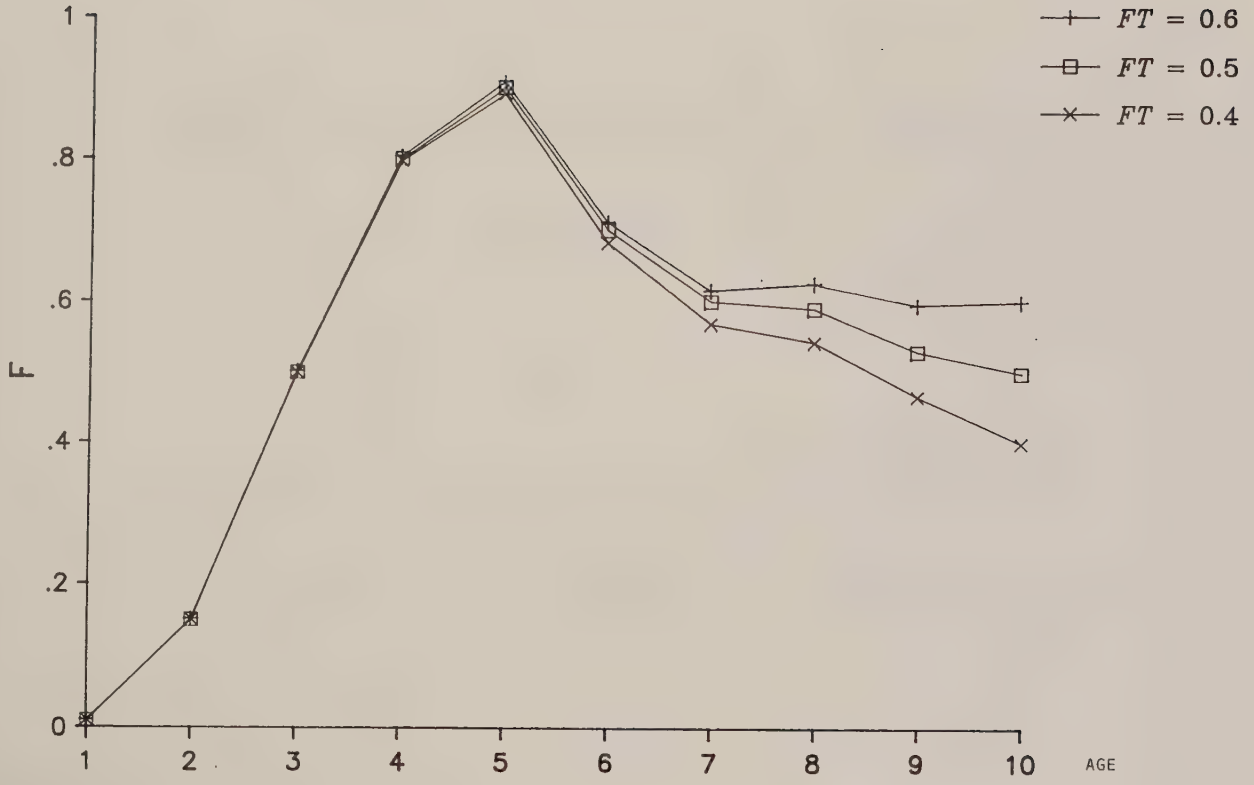


Figure 6. Analyse de cohorte isolée. Diagramme d'exploitation selon F terminal.
(Ce graphique, donné à titre d'illustration, n'est pas produit par le logiciel).

Tableau 4: Cohorte isolée. Mortalité naturelle M = 0.25.

COHORTE ARTIFICIELLE pour ESSAIS de SIMUCO

ANALYSE DE COHORTE ISOLEE avec M = .25 et F TERMINAL = .500

	C	F	N	SENSIBILITE des MORTALITES F /M	/FT
1	91.00	.0088	.118E+05	-.7208	.0041
2	1026.00	.1359	.910E+04	-.5091	.0044
3	2054.00	.4647	.619E+04	-.3807	.0059
4	1435.00	.7499	.303E+04	-.3428	.0108
5	570.00	.8406	.111E+04	-.3730	.0236
6	160.00	.6478	.374E+03	-.4197	.0488
7	58.00	.5534	.152E+03	-.4261	.0881
8	26.00	.5542	.683E+02	-.4076	.1524
9	11.00	.5152	.306E+02	-.3675	.2584
10	5.00	.5000	.142E+02	.0000	1.0000

SENSIBILITE des MORTALITES par PECHE F par rapport aux CAPTURES

AGE pour C \ AGE pour F	1	2	3	4	5
1	.995	.000	.000	.000	.000
2	-.126	.933	.000	.000	.000
3	-.321	-.344	.794	.000	.000
4	-.286	-.307	-.414	.696	.000
5	-.147	-.158	-.213	-.391	.669
6	-.054	-.058	-.078	-.144	-.316
7	-.026	-.027	-.037	-.068	-.149
8	-.015	-.016	-.021	-.039	-.086
9	-.008	-.009	-.012	-.021	-.047
10	-.012	-.013	-.018	-.032	-.071

AGE pour C \ AGE pour F	6	7	8	9	10
1	.000	.000	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000	.000	.000
3	.000	.000	.000	.000	.000
4	.000	.000	.000	.000	.000
5	.000	.000	.000	.000	.000
6	.729	.000	.000	.000	.000
7	-.307	.761	.000	.000	.000
8	-.178	-.321	.761	.000	.000
9	-.097	-.176	-.304	.775	.000
10	-.146	-.264	-.457	-.775	.000

La colonne des coefficients de sensibilité en F terminal illustre la propriété de convergence de l'analyse de cohortes vis-à-vis d'erreurs sur la valeur d'initialisation : à mesure que l'on remonte vers les groupes jeunes, la magnitude de l'erreur relative s'estompe. Par exemple, une erreur de 20 % sur F_{10} (0.6 au lieu de 0.5) entraîne une erreur de : 0.2 x 0.126 = 2.5 % sur F à l'âge 8, et de seulement 0.2 x 0.0025 = 0.05 % sur F à l'âge 1. L'amortissement de l'erreur initiale est donc très net. On remarque aussi que ces coefficients sont tous positifs : une erreur par excès (respectivement par défaut) sur le F terminal se traduit, à tous les âges, par un écart positif (respectivement négatif) par rapport aux valeurs de référence. On vérifiera que ces coefficients valent approximativement, en changeant leur signe, pour les effectifs N aux âges, mais dans ce cas l'erreur absolue tend à augmenter à mesure que l'on se rapproche de l'âge au recrutement.

Toujours sur le même tableau 1, la matrice des coefficients de sensibilité des mortalités F calculées vis-à-vis d'écarts sur les captures s'interprète de façon similaire. On note que le triangle supérieur droit est rempli de 0. : vu la façon dont procède l'analyse (rétro-calcul), les mortalités F calculées à un âge donné ne sont pas affectées par les captures sur les groupes plus jeunes. Un certain phénomène d'amortissement se manifeste là aussi : plus le groupe sur lequel se produit l'erreur est éloigné de l'âge considéré, moins les conséquences sont graves. Ainsi pour le groupe d'âge 2, une erreur relative de 20 % sur la capture en nombre entraîne une erreur sur la mortalité F_2 de 0.2 x -0.013 = -0.26 % si elle se produit à l'âge 8, mais une erreur de 0.2 x -0.308 = -6.2 % si elle intervient sur la capture à l'âge 4. Remarquer aussi qu'une erreur positive entraîne un écart négatif si elle concerne la capture d'un groupe plus âgé que le groupe considéré, mais un écart positif si elle concerne la capture de ce groupe ; ainsi, une surestimation de 25 % de la capture à l'âge 2 (1 282 au lieu de 1 026) entraînerait un écart relatif de : 0.25 x 0.926 = 23 % (soit F_2 = 0.185 au lieu de 0.15) sur la mortalité calculée au même âge.

Rappelons que ces coefficients s'appliquent à des valeurs individuelles : ils ne permettent pas d'estimer les conséquences cumulées d'erreurs sur les captures de plusieurs groupes d'âge.

Les tableaux suivants (2 à 4) illustrent des exercices de vérification empirique des phénomènes explicités ci-dessus, dans lesquels la valeur de paramètres d'entrée est modifiée par rapport aux valeurs de référence.

Les mortalités F calculées sous hypothèse d'un F terminal de 0.4 (-20 % ; tableau 2) sont systématiquement inférieures aux données de référence, tandis que les effectifs calculés sont supérieurs. La convergence se manifeste nettement : de -20 % sur F et sur N à l'âge 10, l'erreur relative n'est plus que de -1.15 % sur F et +0.7 % sur N à l'âge 5 et s'est totalement estompée à l'âge 1.

L'exemple suivant (tableau 3) montre les effets d'une erreur relative de même grandeur mais de signe opposé (+ 20 % ; F_T = 0.6). Du fait que toutes les mortalités F sont surévaluées cette fois, la convergence, qui rappelons-le est une fonction en exp(-Σ F), est encore plus nette (et les coefficients de sensibilité en F_T sont plus faibles). Les coefficients de sensibilité en M sont eux-aussi plus petits, confirmant ainsi les conditions de conservation de

Z évoquées auparavant. Dans la pratique, on veillera cependant à ne pas provoquer artificiellement l'apparition de la convergence en injectant des F terminaux anormalement élevés. Il est recommandé de porter sur un graphique le profil de mortalité par pêche en fonction de l'âge (diagramme d'exploitation ; Figure 6) et de vérifier s'il est vraisemblable (y a-t-il une raison concrète pour que la capturabilité augmente sur les groupes les plus âgés ?).

Un dernier exemple (tableau 4) illustre la simulation d'un accroissement de la mortalité naturelle M à 0.25 (+25 %) au lieu de 0.20. Comme prévu, les mortalités F sont plus faibles et, corrélativement, les effectifs N plus élevés que les références ; la convergence est plus laborieuse.

A titre d'exercice complémentaire, nous suggérons les scénarios suivants :

- Quelle est l'image de la cohorte et de la pêcherie reconstituée par l'analyse quand les captures à tous les âges sont diminuées de 10 % ou de 20 % (cas fréquent où les captures sont sous-estimées), ou augmentées dans les mêmes proportions ?

- Même question pour le cas où, au lieu de raisonner sur les captures, nous n'avions considéré que les débarquements, c'est-à-dire (la différence étant constituée des rejets) des "captures" de 10 à l'âge 1, 310 à l'âge 2, 1 230 à l'âge 3 et 1 300 à l'âge 4, les autres valeurs étant inchangées ?

2. Pseudo-cohorte :

L'exemple est basé sur des données fictives de captures réalisées en 1990 sur les groupes d'âge 1 à 10. Le groupe 1 est né en 1989, le groupe 10 appartient à la cohorte née en 1980 dont l'exploitation a débuté en 1981.

Nous n'insisterons pas sur les coefficients de sensibilité par âge vis-à-vis de F terminal (convergence) ou de M à F_T donné qui s'interprètent de la même façon que pour une cohorte isolée. L'inversion de procédure (calcul direct) dans cette option d'analyse entraîne quelques différences que l'on peut constater en traitant les données en cohorte vraie : les sensibilités en F_T sont plus fortes.

Nous nous attacherons essentiellement aux effets des corrections en examinant successivement 3 scénarios : dans le premier, on suppose qu'il y a équilibre (tableau 5 ; efforts et recrutements relatifs à 1. sur les années 1981 à 1990). Dans le second (tableau 7), on ne corrige que des variations d'effort, celui-ci ayant en l'occurrence augmenté selon une tendance continue, et, dans le dernier (tableau 8), on corrige en outre de fluctuations aléatoires des recrutements. Le tableau 6 présente les coefficients de sensibilité des mortalités F calculées dans le premier scénario vis-à-vis de valeurs individuelles des efforts et des recrutements annuels. Des tableaux similaires sont édités également dans les autres scénarios mais ne sont pas présentés : leur utilisation est assez limitée puisqu'ils ne valent que si une seule valeur d'effort ou de recrutement est changée à la fois.

Tableau 5: Pseudo-cohorte sans correction.

SIMUCO avec CORRECTIONS de NON-EQUILIBRE

ANALYSE DE PSEUDOCOHORTE CORRIGEE avec M = .200

A un F TERMINAL = .200 correspond un RECRUTEMENT R = 69551.5

	ANNEE de REFERENCE = 1990			! SENSIBILITE des MORTALITES F	
	C	F	N	/FT	/M \FT
1	1150.00	.0184	.696E+05	.0151	-.6217
2	4600.00	.0950	.559E+05	.0160	-.4492
3	12200.00	.3876	.416E+05	.0203	-.3350
4	10250.00	.6610	.231E+05	.0344	-.2941
5	4280.00	.6498	.978E+04	.0657	-.2845
6	2100.00	.7924	.418E+04	.1347	-.2875
7	650.00	.6129	.155E+04	.2678	-.2954
8	270.00	.5612	.687E+03	.4782	-.2613
9	90.00	.3674	.321E+03	.7549	-.1688
10	30.00	.2000	.182E+03	1.0000	.0000

EFFORTS et RECRUTEMENTS RELATIFS 1981 a 1990

E	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
R	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
E	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
R	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

SENSIBILITE v-a-v des CAPTURES a F TERMINAL CONSTANT

AGE pour F / AGE pour C	1	2	3	4	5
1	.991	.000	.000	.000	.000
2	-.090	.953	.000	.000	.000
3	-.288	-.304	.825	.000	.000
4	-.294	-.311	-.396	.726	.000
5	-.151	-.160	-.203	-.344	.730
6	-.091	-.096	-.122	-.207	-.396
7	-.035	-.037	-.047	-.079	-.152
8	-.018	-.019	-.024	-.041	-.078
9	-.007	-.008	-.010	-.017	-.032
10	-.017	-.018	-.022	-.038	-.072

AGE pour F / AGE pour C	6	7	8	9	10
1	.000	.000	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000	.000	.000
3	.000	.000	.000	.000	.000
4	.000	.000	.000	.000	.000
5	.000	.000	.000	.000	.000
6	.685	.000	.000	.000	.000
7	-.311	.742	.000	.000	.000
8	-.159	-.317	.760	.000	.000
9	-.065	-.130	-.232	.833	.000
10	-.149	-.295	-.527	-.833	.000

Tableau 6: Pseudo-cohorte sans correction. Coefficients de sensibilité des mortalités par pêche F vis-à-vis des efforts et des recrutements.

SENSIBILITE v-a-v des EFFORTS a F TERMINAL DONNE

AGE pour F / ANNEE pour E	1	2	3	4	5
1981	-.000	-.000	-.000	-.001	-.001
1982	-.002	-.002	-.002	-.004	-.007
1983	-.007	-.008	-.010	-.017	-.033
1984	-.016	-.017	-.022	-.037	-.070
1985	-.028	-.029	-.037	-.063	-.120
1986	-.055	-.058	-.074	-.125	-.213
1987	-.106	-.112	-.142	-.215	-.305
1988	-.203	-.214	-.250	-.317	-.199
1989	-.351	-.352	-.355	-.192	.013
1990	-.233	-.208	-.108	-.031	-.065

AGE pour F / ANNEE pour E	6	7	8	9	10
1981	-.003	-.005	-.010	-.015	.000
1982	-.015	-.030	-.054	-.064	.000
1983	-.067	-.133	-.213	-.244	.000
1984	-.144	-.262	-.367	-.228	.000
1985	-.219	-.330	-.202	.009	.000
1986	-.321	-.240	-.067	-.119	.000
1987	-.187	.001	-.014	.149	.000
1988	.001	-.014	.164	.043	.000
1989	.009	.212	.142	.161	.000
1990	-.054	-.198	-.380	-.694	-1.000

SENSIBILITE v-a-v des RECRUTEMENTS a F TERMINAL DONNE

AGE pour F / ANNEE pour R	1	2	3	4	5
1981	.017	.018	.022	.038	.072
1982	.007	.008	.010	.017	.032
1983	.018	.019	.024	.041	.078
1984	.035	.037	.047	.079	.152
1985	.091	.096	.122	.207	.396
1986	.151	.160	.203	.344	-.730
1987	.294	.311	.396	-.726	.000
1988	.288	.304	-.825	.000	.000
1989	.090	-.953	.000	.000	.000
1990	-.991	.000	.000	.000	.000

AGE pour F / ANNEE pour R	6	7	8	9	10
1981	.149	.295	.527	.833	.000
1982	.065	.130	.232	-.833	.000
1983	.159	.317	-.760	.000	.000
1984	.311	-.742	.000	.000	.000
1985	-.685	.000	.000	.000	.000
1986	.000	.000	.000	.000	.000
1987	.000	.000	.000	.000	.000
1988	.000	.000	.000	.000	.000
1989	.000	.000	.000	.000	.000
1990	.000	.000	.000	.000	.000

Tableau 7: Pseudo-cohorte. Correction des variations d'effort.

SIMUCO avec CORRECTIONS de NON-EQUILIBRE

ANALYSE DE PSEUDOCOHORTE CORRIGEE avec M = .200

A un F TERMINAL = .200 correspond un RECRUTEMENT R = 56220.9

	ANNEE de REFERENCE = 1990 C	F	N	! SENSIBILITE des MORTALITES F /FT	/M \FT
1	1150.00	.0228	.562E+05	.0008	-.5735
2	4600.00	.1191	.451E+05	.0008	-.4029
3	12200.00	.5098	.334E+05	.0011	-.2923
4	10250.00	.9689	.179E+05	.0023	-.2536
5	4280.00	1.0970	.696E+04	.0056	-.2436
6	2100.00	1.5917	.284E+04	.0188	-.2457
7	650.00	1.5188	.896E+03	.0728	-.2942
8	270.00	1.5582	.368E+03	.2809	-.3682
9	90.00	.8098	.177E+03	.7266	-.3538
10	30.00	.2000	.182E+03	1.0000	.0000

EFFORTS et RECRUTEMENTS RELATIFS 1981 a 1990

E	.1288	.1356	.1424	.2644	.2746
R	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
E	.4034	.5186	.7390	.8678	1.0000
R	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Tableau 8: Pseudo-cohorte. Correction des variations d'effort et de recrutement.

SIMUCO avec CORRECTIONS de NON-EQUILIBRE

ANALYSE DE PSEUDOCOHORTE CORRIGEE avec M = .200

A un F TERMINAL = .200 correspond un RECRUTEMENT R = 58258.5

	ANNEE de REFERENCE = 1990 C	F	N	! SENSIBILITE des MORTALITES F /FT	/M \FT
1	1150.00	.0220	.583E+05	.0011	-.5688
2	4600.00	.1678	.328E+05	.0012	-.4082
3	12200.00	.5139	.332E+05	.0017	-.3098
4	10250.00	.8376	.197E+05	.0031	-.2626
5	4280.00	1.3271	.629E+04	.0083	-.2659
6	2100.00	1.1214	.337E+04	.0236	-.2913
7	650.00	1.6265	.870E+03	.0807	-.3146
8	270.00	1.2545	.408E+03	.2726	-.3911
9	90.00	.9658	.158E+03	.6800	-.3411
10	30.00	.2001	.182E+03	.9997	.0000

EFFORTS et RECRUTEMENTS RELATIFS 1981 a 1990

E	.1288	.1356	.1424	.2644	.2746
R	.8000	.6000	.9000	.7000	1.3000
E	.4034	.5186	.7390	.8678	1.0000
R	.8000	1.1000	1.0000	.7000	1.0000

La comparaison des résultats de mortalités F et d'effectifs N aux âges selon qu'il y a ou non correction est assez éloquente. Ainsi, certaines mortalités par pêche sont doublées voire triplées entre les âges 5 à 9 lorsque l'on corrige des variations d'effort ; on pouvait s'y attendre du fait de la croissance continue de ce dernier. Les recrutements fluctuant quant à eux sans tendance, la correction dans le troisième scénario n'entraîne pas d'effet significatif. On vérifiera aussi, dans la colonne des coefficients de sensibilité en F terminal, que la procédure utilisée (mode direct et corrections) conserve la propriété de convergence.

A titre d'exercice, nous suggérons l'examen des scénarios suivants :

- Remettre tous les efforts à 1. pour ne considérer que l'effet des recrutements avec les valeurs du scénario 3.

- Introduire une série d'efforts fluctuant aléatoirement à la hausse et à la baisse par rapport à la dernière année, et remettre les recrutements à 1.

- Dans tous les scénarios examinés jusque là, faire varier le F terminal (la valeur de 0.2 est improbable vu les profils de F obtenus) et M.

- Comparer avec les résultats obtenus en traitant les captures en cohorte vraie dans l'option 2 du menu.

3. L'ANALYSE DE COHORTES SUR TABLEAUX COMPLETS

La procédure normale d'analyse de cohortes illustrée sur la figure 3 consiste à partir de séries historiques de données structurées en âge (figures 1 ou 2) pour obtenir des tableaux de mortalités par pêche et d'effectifs du stock ayant la même structure en âges, années et/ou saisons.

Le calcul de résolution est effectué par le programme COHORT qui, en fait, parcourt successivement et indépendamment chacune des cohortes présentes sur la tranche d'années considérée. Nous n'aborderons pas ici les techniques d'analyse intégrée (multi-cohortes) telles que la VPA Séparable (POPE et SHEPHERD, 1982) ou CAGEAN (DERISO *et al.*, 1985) dans lesquelles on force les résultats à respecter des contraintes explicitement ajoutées aux systèmes d'équations de base. Avec COHORT, c'est à l'utilisateur de reprendre les calculs en injectant lui-même de nouveaux paramètres d'initialisation tant que les résultats ne satisfont pas aux critères qu'il s'impose.

Pour réaliser les calculs, COHORT a besoin d'un ensemble de données qu'il doit lire dans des fichiers créés préalablement par le programme VPBAS. Ces fichiers sont rassemblés dans des "bases de données VPA" (sans que ce terme n'ait de prétention) gérées à l'aide du même VPBAS ou de VPUTIL.

3.1. Structure et composition des bases de données VPA

Les BASES VPA sont constituées d'un ensemble de fichiers contenant chacun un tableau de données (captures, mortalités naturelles, fécondités, efforts, etc ...) ou de résultats (mortalités par pêche, effectifs du stock) par groupe d'âge et par année ou saison (fraction d'année) ; chacune est associée à un stock supposé homogène.

En principe, les analyses de cohortes ne doivent être effectuées que sur des données relatives à la totalité de chaque stock, en particulier captures totales sur le stock. Cependant, pour certaines analyses complémentaires, il est souvent souhaitable de disposer des mêmes types de données pour chacune des composantes que l'on peut identifier dans le stock ou dans les pêcheries. On a donc été amené à distinguer, dans chaque base, 2 groupes de fichiers :

- d'une part des fichiers de données caractéristiques des STOCKS : Poids moyens dans le stock, maturité ou fécondité relatives, mortalité naturelle, toutes données indépendantes des pêcheries. En fin de calcul s'y ajoute le fichier des effectifs du stock par groupe d'âge en début des saisons.

- d'autre part des fichiers de données associées aux CAPTURES ou aux composantes des pêcheries : captures en nombre et poids moyens estimés

dans les captures par âge et par saison, captures pondérales et efforts de pêche par saison, puis mortalités par pêche calculées.

Pour chacun de ces types, on peut envisager des subdivisions en CATEGORIES (ou composantes):

- le STOCK, et avec lui les fichiers correspondants, peut ainsi être subdivisé en sous-stocks: composante par région ou par sexe, cohorte de printemps/cohorte d'été, etc...

- les CAPTURES quant à elles peuvent au besoin être désagrégées par flottille ou groupe de navires ayant des modalités de pêche (engin, répartition spatiale et saisonnière ...) homogènes ; on pourra aussi considérer indépendamment les débarquements et les rejets.

Afin de faciliter l'identification d'une base à un stock et la manipulation des fichiers, le système de dénomination suivant a été adopté:

- La BASE est identifiée par les 8 caractères du NOM primaire de fichier (au sens de la norme MS-DOS). Par exemple, le jeu d'essai qui vous est proposé appartient à la base FAOSTOCK.

- Le CONTENU de chaque fichier de la base est indiqué par les 2 premiers caractères de l'EXTENSION: ceux-ci sont fixés par les programmes selon le code suivant:

```
  * CN: Captures en Nombre C;
    PC: Poids moyens dans les Captures P;
  * PS: Poids moyens dans le Stock P;
  * OM: Ogives de Maturité O;
  * MN: Mortalités Naturelles M;
    YT: Captures pondérales Y;
  + EN: Effectifs du Stock en Nombre N;
  + FF: Mortalités par Pêche F;
(*) EF: Efforts de pêche E.
```

On a indiqué par un astérisque les données requises par le programme COHORT pour effectuer l'analyse, et par un signe + les résultats qu'il produit.

- Les CATEGORIES enfin sont identifiées par le 3ème caractère de l'EXTENSION. Comme le nom de base, leur codage est laissé au libre choix de l'utilisateur, avec une exception : la lettre "T" qui peut être affectée par défaut (réponse = RETURN) est réservée à la catégorie "TOTAL" qui doit contenir les données relatives à l'intégralité du stock et des métiers associés à la base. Ainsi, la base FAOSTOCK qui est proposée comme jeu d'essai comprend une catégorie T (données pour la totalité des captures et du stock) et les données de captures des flottilles pêchant au large auxquelles on a donné le code de catégorie 1.

La structure est récapitulée sur le schéma suivant :

BASE	FAOSTOCK	
FICHIERS	Stock	Captures
	FAOSTOCK.PS?	FAOSTOCK.CN?
	FAOSTOCK.OM?	FAOSTOCK.PC?
	FAOSTOCK.MN?	FAOSTOCK.YT?
	FAOSTOCK.EN?	FAOSTOCK.FF?
	...	...
CATEGORIES		
	FAOSTOCK.MNT	FAOSTOCK.CNT
	FAOSTOCK.OM1	FAOSTOCK.CNJ
	FAOSTOCK.OM2	FAOSTOCK.FFJ
	...	...

Chaque base est en outre physiquement assignée à un support de disque, c'est-à-dire en fait à un répertoire du DOS. On devra donc spécifier l'INDEX du DISQUE (A, B ou C; C par défaut) et, éventuellement, le chemin du sous-REPERTOIRE où se trouvent les données : il faudra absolument que tous les fichiers d'une base résident sur le même disque et répertoire au moment du calcul par COHORT.

Un certain nombre d'obligations résulte de ce choix de codage :

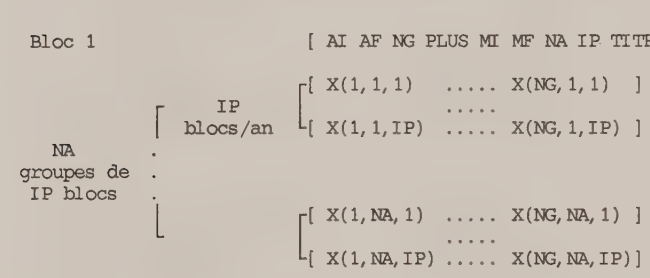
- Un seul caractère étant réservé pour identifier 2 types de composantes (sous-stocks et flottilles), il sera parfois difficile de définir des codes de catégorie non ambigus et aisément mémorisables lorsque les sous-stocks sont exploités par plusieurs métiers. Dans ce cas, il sera souvent préférable de créer des bases jumelles mais distinctes pour les sous-stocks (p.ex. cohortes saisonnières) et d'adopter le mêmes codes de catégorie pour les flottilles dans chacune.

- Au moment du calcul (COHORT), le nom de base et l'index de catégorie devront être les mêmes pour tous les fichiers requis par le programme.

Les programmes autorisent une division de l'année en saisons de pêche. Toutefois, les bases de données n'acceptent que des années complètes. Si vous travaillez sur des données annuelles, vous définissez une seule saison de durée 1. La durée des saisons n'est spécifiée qu'au moment du calcul (dans COHORT) : il appartient à l'utilisateur de faire coincider la résolution temporelle d'assemblage des données avec la durée implicite des saisons qu'il souhaite considérer dans son analyse. Avec des saisons de durée égale, trimestres par exemple, il ne devrait pas y avoir de difficulté.

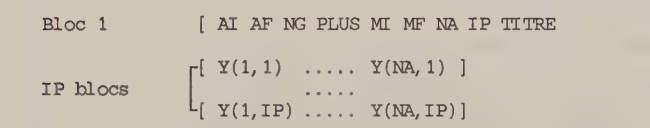
Pour certaines pêcheries, il peut être intéressant d'ajuster le découpage saisonnier selon les modalités spécifiques d'exploitation. Toutefois, si l'on s'oriente vers des simulations plurispécifiques, il faudra que les saisons soient identiques pour tous les stocks considérés : on devra alors préférer un découpage arbitraire en trimestres ou semestres.

Pour faciliter la mise à jour et les corrections, les fichiers sont structurés en accès direct (secteur 1 pour l'intitulé, puis 1 secteur par saison pour chaque année), comme cela est indiqué sur le schéma ci-dessous (il y a NG groupes d'âge, NA années et IP saisons) :



Le fichier des mortalités par pêche contient un bloc supplémentaire dans le quel sont stockées les durées respectives des saisons. Si une seule saison est définie, le fichier des effectifs du stock calculés par l'analyse comprend lui aussi un bloc supplémentaire contenant les effectifs survivants par âge en fin de dernière année.

La structure des fichiers .EF et .YT fait exception puisque les captures pondérales et les efforts de pêche ne sont pas subdivisés par groupe d'âge :



Les données sont écrites sur disque en format binaire (2 octets pour une variable entière ou logique, 4 pour un réel, 1 par caractère). Rappelons qu'il faut **éviter absolument de manipuler les fichiers par un éditeur** de texte sauf après transcription par VPUTIL : ils seraient déstructurés et seraient de toutes façons illisibles.

Avec le paramétrage actuel des programmes, les bases de données VPA sont prévues pour une période de 30 ans, 4 saisons par an et 20 groupes d'âge par saison. **ATTENTION**: si vous modifiez ces dimensions dans les programmes, vous ne pourrez plus utiliser les fichiers créés par les versions antérieures sauf en les restructurant par VPUTIL.

3.2. Gestion ordinaire des bases VPA : Programme VPBAS.

3.2.1. Caractéristiques et fonctions.

Ce programme assure les fonctions de gestion ordinaire des bases de données VPA, à savoir création, mise à jour dès que les données pour de nouvelles années sont disponibles, correction de valeurs individuelles, vérification des Sommes de Produits avec correction éventuelle (ou extrapolation échantillon à total), impression des fichiers (seul moyen d'en visualiser le contenu) et liste de contrôle de la composition et de l'intégrité d'une base.

Les programmes exigeant que les bases de données comprennent des ensembles complets de fichiers, et qui plus est avec des bornes identiques en années et en âge, un chaînage oblige à créer ou mettre à jour les fichiers de chaque groupe en séquence. Il est toutefois possible de remédier aux éventuels inconvénients de cette contrainte. Une base de grandes dimensions pourra être saisie par morceaux dans des bases de manoeuvre qui seront ensuite concaténées (voir VPUTIL) pour constituer la base de référence ; en cas d'interruption dans la saisie d'un groupe, reprendre en répondant par "N" (pour NON) lorsque le message vous demande si vous voulez écraser les fichiers complets déjà saisis, puis continuer avec les fichiers manquants ou défectueux. Ceux-ci vous seront signalés dans la liste de contrôle (option 8).

Dans le cas des fichiers Captures, on pourra, si on en dispose, saisir les données de chacune des flottilles exploitant le stock dans des sous-bases (catégories) distinctes puis cumuler ces fichiers à l'aide de VPUTIL pour obtenir la catégorie Total.

3.2.2. Guide d'utilisation.

Le programme peut être appelé directement par la commande (u:)VPBAS ou par l'option 2 du programme d'accueil ANACO. Le MENU qui s'affiche vous propose les opérations détaillées ci-après, que vous choisissez en donnant leur numéro.

Avant d'entreprendre l'opération souhaitée, le programme vous demandera l'index du DISQUE sur lequel la base réside(ra) (1 caractère entre A et C) ; si vous répondez par défaut (RETURN), le disque dur C est sélectionné. Spécifiez ensuite un éventuel REPERTOIRE (15 caractères au plus, sans les \ au début et à la fin, RETURN pour le répertoire en ligne), puis les 8 caractères (maximum, sans marquer ni point ni extension) du nom de BASE, et l'index de CATEGORIE (1 caractère ; réponse par défaut (RETURN) = T). Si vous avez déjà accédé à une base, son nom vous sera proposé par défaut pour les accès ultérieurs et seule la catégorie restera à spécifier ; répondez "1" au message affiché si vous voulez travailler sur une autre base avant de l'identifier.

1 et 2: CREATION des FICHIERS de DONNEES.

Ces sections vous servent à constituer une nouvelle base de données VPA. Vous indiquerez successivement:

. Un TITRE (40 caractères maximum) : identité de l'espèce et du stock.

. Les MILLESIMES de la Première et de la Dernière ANNÉES (nombres entiers avec 4 chiffres) puis le nombre de SAISONS définies dans l'année (1 pour base annuelle).

. Les NUMEROS du Premier et du Dernier GROUPES d'Age ; les groupes d'âge restent définis sur une base annuelle avec la convention usuelle. Bien que le programme COHORT prenne en compte les captures nulles, il est recommandé de choisir les bornes de façon à éviter au maximum d'en rencontrer surtout aux derniers âges. Un message vous avertit si vous débordez les paramétrages.

. Si le dernier Groupe d'âge est un Groupe "+" (vrai ou pas), répondez "1" à la prochaine question ; si c'est un Groupe "simple", répondez "0" ou RETURN.

Les paramètres ayant ainsi été fixés, vous allez saisir successivement:

*** Dans l'option 1 : Création des fichiers CAPTURES :*

. Fichier 'NOMBASE'.CNc = Captures en nombre par groupe d'âge et par saison, en milliers.

. Fichier 'NOMBASE'.PCc = Poids moyens par âge et par saison dans les captures, en kg.

. Fichier 'NOMBASE'.YTc = Captures pondérales par saison, en tonnes.

. Fichier 'NOMBASE'.EFc (en option) = Efforts de pêche par saison, de préférence en milliers ou millions d'unités d'effort pour que les capturabilités (rapports mortalités F/effort E) puissent être édités avec des chiffres significatifs. On considèrera de préférence des efforts corrigés (effectifs plutôt que nominaux) chaque fois que cela est possible. Noter aussi que ces efforts sont censés s'appliquer également à tous les groupes d'âge exploités au cours de la saison ou année considérée. En l'absence de données, sauter cette saisie ou entrer des valeurs arbitraires non nulles (p.ex. 1 000).

*** dans l'option 2 : Création des Fichiers STOCK :*

. Fichier 'NOMBASE'.PSc = Poids moyens par âge et par année dans le stock, en kg . Si ces poids moyens sont TOUS égaux, à même âge même saison et même année, aux poids moyens dans les captures, répondez "0" ou RETURN : le fichier .PCc est alors recopié dans le .PSc. Cela suppose évidemment que le fichier des Poids dans les Captures pour la même base et la même catégorie ait été saisi auparavant; dans le cas contraire, un message est affiché et la question reposée. Sinon, répondez "1" et sai-

sissez les, saison après saison et âge par âge, comme cela vous est demandé à l'écran.

. Fichier 'NOMBASE'.MNc = Mortalités naturelles M par âge et par saison à ENTRER EN EQUIVALENT ANNEE (*i.e.* si la mortalité M annuelle est de 0.2, vous entrerez cette valeur quels que soient le nombre et la durée des saisons considérées ; dans COHORT, la mortalité effective M*δt sera prise en compte). Si un même vecteur s'applique à TOUTES les saisons de TOUTES les années, répondez "0" ou RETURN à la première question. Vous aurez alors le choix entre des M constants ou variant avec l'âge dans ce vecteur. Sinon, répondez "1" et saisissez les mortalités M pour chaque année, saison après saison, âge par âge.

. Fichier 'NOMBASE'.OMc = Proportions de Matures ou Fécondités, éventuellement relatives, par kg, par âge et par saison. Vous aurez là aussi le choix entre des vecteurs de fécondités identiques ou variables d'une saison à l'autre.

Lors de la saisie de chacun des éléments de ces fichiers (sauf .YT et .EF), l'année, la saison et le numéro de groupe d'âge et un symbole (respectivement C, P, O ou M) identifiant la variable demandée sont indiqués à l'écran ainsi que les valeurs qui peuvent être prises par défaut. Les éléments sont saisis saison après saison. En cas d'erreur de saisie dans la saison en question ou si vous voulez vérifier votre saisie, répondez "1" pour faire défiler les valeurs qui viennent d'être entrées ; par défaut (frapper RETURN), celles-ci seront conservées ou vous pourrez amender les valeurs erronées.

Pour les fichiers .PSc et .MNc, si seules quelques valeurs isolées diffèrent des autres, il peut être judicieux de prendre l'option standard et de corriger ces quelques valeurs par le sous-programme de la section 5.

3 et 4 : MISE à JOUR des FICHIERS.

Ces sections permettent la mise à jour des fichiers par ajout des données disponibles pour une nouvelle année. Rappelons encore que vous ne pourrez saisir que des années complètes ; si les données manquent pour les saisons les plus récentes, vous saisirez des valeurs quelconques ou nulles. Dans COHORT, vous initialiserez les calculs sur la dernière saison de données valides ; ultérieurement, vous devrez corriger les valeurs des dernières saisons dès que les données seront disponibles. Tous les fichiers sont mis à jour avec le même chaînage que pour la création. On distingue à nouveau les fichiers associés aux CAPTURES (Option 3) des fichiers associés au STOCK (Option 4).

Un premier message vous rappelle l'intitulé et les paramètres âges-années-saisons de la base demandée sur le disque spécifié, à moins que celle-ci n'ait pas été trouvée sur ce disque. En cas d'erreur, répondez "1" pour être ramené au MENU principal. Si l'intitulé correspond bien à la base à mettre à jour, répondez "0" ou RETURN. Un second message vous rappelle que vous devez respecter les limites d'âges, le nombre de saisons adoptés précédemment et le millésime de la seule année qu'il est possible de saisir ici. Cette section ne permet pas de modifier les données pour des années déjà saisies; pour cela, faites appel à la section CORRECTION.

A la demande, vous saisirez successivement les Captures en Nombre (C), les Poids moyens dans les Captures (P), les captures Pondérales (Y) et, au besoin, les Efforts de pêche (E) (Option 3), ou les Poids Moyens dans le Stock, les Fécondités (O) et les Mortalités Naturelles M par âge (Option 4) pour la nouvelle année.

Rappelez cette section autant que de besoin pour des mises à jour pas à pas. Utilisez la fonction concaténation de VPUTIL pour mettre à jour une base par ajout de blocs de plusieurs années.

5 : CORRECTION d'un FICHIER.

Cette section permet de corriger des valeurs individuelles dans l'un ou l'autre des fichiers de données de la base VPA désignée. Une liste des fichiers vous est présentée: sélectionnez celui sur lequel vous désirez intervenir en répondant par le numéro correspondant dans la liste. Le titre et les paramètres de la base appelée vous sont rappelés dans un premier message : en cas d'erreur, une réponse "1" vous ramène au Menu. Tapez RETURN sinon.

Pour tout fichier autre que ceux des captures pondérales et des efforts, les corrections sont traitées par un même sous-programme (CORVPA) :

. Vous indiquerez d'abord le millésime (4 CHIFFRES) de l'année sur laquelle doit porter la correction, puis le rang de la saison. Pour chaque âge, la valeur courante de la variable est affichée et peut être conservée par défaut ; sinon, entrez la valeur corrigée. Le message suivant demande si vous avez une autre correction à effectuer sur ce même fichier. Répondez "1" si c'est le cas, "0" ou RETURN si vous avez terminé les corrections ou si celles ci portent sur un autre fichier. Dans ce dernier cas, reprenez la procédure ci-dessus.

Pour les Captures Pondérales ou les Efforts, on vous demande seulement l'année et la saison. Entrez la valeur corrigée ou frappez la touche RETURN pour conserver la valeur affichée.

La possibilité de conserver les valeurs existantes par défaut permet d'utiliser cette section pour une visualisation des contenus des fichiers.

6 : IMPRESSION des FICHIERS.

Cette section vous permet d'imprimer les fichiers de DONNEES de la base VPA désignée. Sélectionnez les dans la liste qui vous est proposée en indiquant le numéro correspondant. Rappelez vous que c'est le seul moyen de visualiser le contenu de vos fichiers. Comme on l'a indiqué au chapitre 1, vous aurez la possibilité de choisir le support (écran, imprimante ou fichier) et, dans le cas d'un fichier, le format d'écriture.

L'édition (p. ex. tableau 10) se fait par groupes de colonnes correspondant chacune à une année avec, pour chaque groupe d'âge, une ligne par saison. Les formats sont adaptés à chaque paramètre et devraient convenir pour la majorité des stocks. Le nom de la base et l'index de catégorie sont indiqués dans l'en-tête ainsi que la date et l'heure de l'édition. En cas d'impression à l'écran, l'édition est fractionnée ; frappez la touche RETURN pour changer de 'page'.

Le programme boucle dans cette section pour permettre d'éditer tous les fichiers de la base et de la catégorie nommées dans le message; pour accéder à une autre base ou à une autre catégorie, répondez "7" pour retourner au Menu principal et redemandez la section d'édition (6). La liste vous sera proposée à nouveau après que vous ayiez spécifié le nom de base (éventuellement la même par défaut) et l'index de catégorie.

7 : VERIFICATION des SOMMES de PRODUITS.

On vérifie ici que la somme des produits (Captures en nombre * Poids moyens dans les captures à chaque âge) est, pour chaque saison, égale ou suffisamment proche de la capture pondérale déclarée. Cela sert en premier lieu à vérifier s'il n'y a pas eu d'erreur de saisie. Pour chaque saison, les résultats sont imprimés (tableau 17) sur 3 lignes présentant respectivement la somme des Produits (Som. C*W) calculée pour la saison, le tonnage déclaré (Cap. Ton.) et le rapport S.d.P. = Som. C*W/Cap. Ton.. Le calcul pourra être effectué pour chaque catégorie c dans la mesure où les fichiers .CNc et .YTc existent.

Si certains de ces rapports sont significativement différents de 1., vous avez la possibilité de corriger les données des saisons correspondantes. Pour cela, répondez "1" à la question posée à l'écran et indiquez le millésime (4 CHIFFRES) de l'année concernée puis le rang de la saison. Vous pourrez alors choisir de réajuster soit les captures en nombre (Réponse "1"), soit les poids moyens dans les captures (Réponse "2") de la catégorie concernée qui, à chaque âge de la saison considérée seront divisés par le rapport S.d.P.

La correction sur les captures en nombre peut vous servir en particulier à extrapoler à l'ensemble des captures d'une saison la composition en âge observée sur une fraction de celles-ci : lors de la création ou de la mise à jour, saisissez la composition en âge de la fraction échantillonnée d'une part dans le fichier .CNc, et le tonnage global d'autre part dans le fichier .YTc puis appelez cette section pour effectuer l'extrapolation. Si le réajustement porte sur les captures-N, vous aurez en outre la possibilité d'arrondir le résultat à l'entier le plus proche; pour cela, répondez "1" à la question affichée ("0" ou RETURN sinon).

Si les données de plusieurs saisons doivent être ainsi réajustées, reprenez la procédure. En fin de correction, répondez "0" ou RETURN à la question.

En redemandant cette section 7, vous pourrez vérifier que les rapports S.d.P. sont réajustés à 1. Demandez alors l'édition des données définitives.

8 : LISTE de CONTROLE d'une BASE VPA.

Dans cette section, tous les fichiers de la base (nom + catégorie) que vous avez identifiée sont recherchés sur le disque et répertoire spécifiés, et une lecture en est faite à titre de vérification. Une liste de contrôle est éditée sur le support d'impression choisi, indiquant selon les cas : son absence éventuelle sur le disque spécifié (frappez RETURN après le message affiché à l'écran), une erreur en lecture (le numéro du bloc où elle survient est précisé) ou, si tout se passe bien, les bornes âges-années-saisons du fichier.

Le programme recherche tous les fichiers ; il est donc normal qu'à la création il ne trouve pas les fichiers de résultats . FF et . EN. De même, si la catégorie identifie un groupe de fichiers Captures, il est normal que les fichiers Stock ne soient pas trouvés. Une erreur en lecture signifie que le fichier est inutilisable et doit être recréé. Pour les fichiers valides, on vérifiera surtout que les bornes sont identiques au sein d'une même base et catégorie.

Une fois que la base de données a été constituée et vérifiée à l'aide des différentes fonctions du programme, essentiellement pour la catégorie Total et éventuellement pour des catégories particulières, vous retournerez au système ou à ANACO en répondant "8". Pour des manipulations complémentaires, vous pourrez faire appel à l'utilitaire VPUTIL décrit plus loin. Sinon, vous enchaînerez sur l'analyse de cohortes en appelant le programme COHORT.

3.3. Analyse des données de captures : Programme COHORT.

3.3.1. Caractéristiques et fonctions.

Le programme utilise les bases de données créées et gérées par les programmes VPBAS et VPUTIL. Il est lui aussi prévu en standard pour des calculs sur 30 années, 4 saisons et 20 groupes d'âge au maximum, mais on peut n'effectuer l'analyse que sur une fraction des bases des données.

La procédure est inspirée de celle des programmes du Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM/ICES); en particulier, l'estimation des effectifs de groupes "+" est faite à part et l'initialisation proprement dite est effectuée avec le même F terminal sur le premier vrai groupe simple. Le programme admet l'occurrence de captures nulles à l'initialisation; celle ci est repoussée jusqu'à la première rencontre d'une capture positive, auquel cas une valeur de F est demandée.

Du fait de la subdivision saisonnière, on utilise la forme générale de l'équation des captures avec des intervalles de temps δt variables qui seront spécifiés en début de programme : ils devront correspondre aux périodes de groupement des données élémentaires.

On ne répètera jamais assez que, utilisée sans précaution, l'analyse de cohortes est susceptible de produire les résultats les plus absurdes : le système d'équations est sous-déterminé et les solutions dépendent des choix de valeurs d'initialisation injectées par l'utilisateur. Au pire, la convergence ne se produira pas (taux d'exploitation globalement trop faible) et la sagesse commandera d'abandonner cette technique. Au mieux, elle se manifestera mais alors seulement sur les âges les plus jeunes et pour les années les plus anciennes ; il restera donc à affiner les estimations pour les groupes âgés et les dernières années, en recourant à des données et critères complémentaires.

Pour éviter des usages inconsidérés de la technique, on aurait pu contraindre les solutions à respecter certaines conditions : profils de capturabilités par âge donnés, identité des mortalités ou des recrutements d'année en année, etc. L'outil ainsi défini ne pourrait alors s'appliquer qu'à des cas types parfaitement spécifiés, ou supposerait la disponibilité de données qui manquent à la plupart des utilisateurs.

On a préféré ici préserver la flexibilité de l'outil et des solutions de l'analyse de cohortes (mortalités variables avec l'âge et dans le temps) sans préjuger de contraintes, mais inciter cependant l'utilisateur à prendre en compte des données externes pour affiner et valider les résultats. Le programme fournit ainsi une édition des biomasses par âge et par saison que l'on comparera aux c.p.u.e. de l'une ou l'autre des flottilles, selon les groupes d'âges cibles de leur exploitation.

Dans le même esprit, nous suggérons une analyse complémentaire des capturabilités par âge et par saison, selon deux options :

Soit le stock est exploité par une flotte ou des engins homogènes, auquel cas on considèrera les ratios entre mortalités par pêche totales et efforts totaux, ces derniers étant contenus dans le fichier 'NOMBASE'.EFT.

. Si en revanche il est exploité par des flottilles hétérogènes, l'analyse sera effectuée en considérant les mortalités par pêche partielles obtenues après ventilation des mortalités F totales (option 7 du programme) au *prorata* des captures (équation [9] et figure 4) et les efforts annuels partiels de quelques composantes homogènes en termes de capturabilités (engins, répartition spatiale et saisonnière, espèces cibles, etc.). Pour cela, il faudra disposer, dans la base de données, des captures en nombre et des efforts de pêche des catégories correspondant à ces composantes. Les captures auront été saisies à l'aide de VPBAS ; si le fichier des efforts de la catégorie n'existe pas ou est incomplet, il sera saisi ou mis à jour au moment de l'analyse.

Cette analyse des capturabilités n'a pas la prétention d'être parfaitement rigoureuse (surtout si l'on se sert d'efforts nominaux totaux) et n'exclut en rien l'examen d'autres critères qui seront indiqués plus loin. Elle sert surtout à rappeler qu'une analyse de cohortes n'est jamais achevée et résulte au mieux de compromis.

3. 2. 2. Guide d' utilisation.

Le programme est appelé directement par la commande (u:)COHORT ou via l' option 3 d' ANACO. Le MENU principal est affiché. Les sections de ce menu sont explicitées ci-après. Notez que les sections 1, 3 et 4 sont obligatoires pour démarrer le premier calcul comme l' indique l' évolution des options par défaut et peuvent au besoin être reprises lors de chaque retour au menu.

1 : Sélection des AGES et des ANNEES pour cette Analyse.

Section obligatoire, à faire en tout premier lieu (choix par défaut), qui permet d' appeler la base VPA accessible, de vérifier son contenu et d' y sélectionner la gamme des âges et des années sur laquelle l' analyse va être effectuée.

En réponse à la première question, spécifiez l' index du disque sur lequel réside la base utilisée (A à C; C est pris par défaut si l' on répond par RETURN). On précisera le répertoire (15 caractères au plus, sans marquer les \, RETURN pour le répertoire en ligne), puis le nom de base (8 caractères maximum sans point ni extension) et l' index de catégorie (1 caractère; défaut (RETURN) = T).

Le programme utilise les fichiers . CNc, . MNc, au besoin . EFc et, pour les calculs de biomasses, . OMc et . PSc ; veillez à ce qu' ils soient tous disponibles sur le disque et/ou répertoire spécifiés, et sous le nom de base et code de catégorie indiqués en réponse aux questions ci-dessus, avec des dimensions homogènes, surtout en âges.

L' intitulé et les paramètres de dimensions de la base désignée sont alors affichés. S' il y a erreur d' identité, répondez "1": le programme retourne au MENU. Sinon, répondez aux questions en entrant successivement les millésimes de la première et de la dernière années (4 chiffres), et les numéros des premier et dernier groupes d' âge retenus pour l' analyse. Les valeurs extrêmes admises pour ces paramètres vous sont rappelées dans chaque question : elles peuvent être prises par défaut (RETURN, ou automatiquement en cas d' entrée hors limite). Noter aussi que le groupe terminal cesse d' être un groupe "+" si on sélectionne un groupe final plus jeune que le groupe "+" d' origine, mais on peut aussi choisir de cumuler les captures à cet âge et pour tous les groupes plus âgés présents dans la base en un Groupe "+" uniquement valide le temps de la présente analyse. Répondre "1" pour choisir cette option.

A moins que vos données n' aient été saisies que pour une seule saison (base de temps annuelle), vous devrez spécifier la durée des saisons EN FRACTION D' ANNEE. Vous répondrez "1" ou RETURN par défaut si les durées sont égales (soit $\delta t = 1./n$) ou "2" pour saisir la durée propre de chaque saison indiquée.

Le programme sélectionne alors les données de captures en nombre, poids moyens dans le stock, mortalités naturelles et ogives de maturité par âge,

saison et année dans la gamme choisie. Un contrôle d'intégrité de la base et des données est effectué. Vous serez averti si des données manquent pour certains âges ou certaines années. Un jeu complet de données est édité pour vérification si vous le désirez (Répondre "1" pour l'obtenir et choisir alors le support d'impression).

2 : Saisie des Efforts de Pêche.

Cette section n'est pas obligatoire. L'option sera prise si l'on veut que les capturabilités totales soient éditées automatiquement après les mortalités par pêche totales. Cela signifie que l'on ne considère à ce stade que des efforts TOTAUX et rappelons que les capturabilités par âge ainsi obtenues n'ont de sens que si le stock est exploité par une flottille homogène, sinon voyez la section 7 pour examiner les capturabilités partielles.

Le programme s'attend à lire un fichier créé par VPBAS ou lors d'un précédent essai. S'il ne le trouve pas ou si des données manquent, il vous demandera d'entrer les efforts par année et saison avant d'aller les écrire sur disque. Adaptez les unités (milliers ou millions) pour permettre une édition des capturabilités avec le format général F13.d.

3 : Choix des F Terminaux pour le DERNIER AGE.

Section obligatoire qui assure la saisie des mortalités F d'initialisation au dernier âge pour chacune des années sélectionnées (dernière ligne de la matrice des F). Un message vous indique éventuellement que ce dernier groupe est un groupe "+", auquel cas les mêmes valeurs de F servent à initialiser le calcul sur l'avant dernier groupe d'âge. Dans les deux cas, l'initialisation se fait sur la première saison, les F sur les saisons suivantes étant calculés en séquence descendante. Ceci peut poser problème dans le cas où la première saison définie est une période sans exploitation. L'initialisation sera alors repoussée à la première rencontre de captures non nulles.

Pour chacune des années affichées à l'écran, entrez votre choix de F au dernier âge pour la saison n°1, en retenant éventuellement la valeur par défaut proposée (M au premier passage, choix précédent ensuite). En cas d'erreur de saisie, continuez à remplir le vecteur, puis recommencez en rappelant cette section.

4 : Choix des F Terminaux pour la DERNIERE ANNEE.

Section obligatoire qui permet de saisir la colonne des mortalités F par âge relative à la dernière année sélectionnée. On peut choisir la saison sur laquelle se fait l'initialisation pour le cas où les données de la dernière année seraient incomplètes. Les F sur les saisons suivantes sont obtenus par calcul descendant.

Pour chacun des âges spécifiés, entrez votre choix de F pour cette année et la saison choisie. Là encore, des valeurs par défaut sont proposées. Rappelez cette section en cas d'erreur.

*5 : ** Lancer le CALCUL **

C'est la fonction essentielle du programme; elle est appelée par défaut si l'on répond par RETURN aux choix du MENU une fois que les 3 étapes obligatoires ont été franchies. Si toutes les données sont disponibles, le programme démarre immédiatement le calcul, sinon un message d'erreur est affiché et vous êtes renvoyé au menu. Le rang de la cohorte en cours d'analyse est affiché pour contrôle du bon déroulement.

Normalement, vous n'aurez à intervenir que si une cohorte n'a pu être initialisée à cause de captures nulles aux derniers âges. A la première occurence d'une capture non nulle sur la cohorte, l'année, la saison et le groupe d'âge concernés sont affichés : entrez une valeur de F pour l'initialisation. Le recours à cette procédure devrait rester exceptionnel si les paramètres ont été convenablement choisis lors de la création de la base pour l'éviter.

Dès la fin des calculs, les fichiers de résultats sont écrits sur disque et le programme passe automatiquement à la phase d'impression qui est expliquée plus loin. Tout nouveau calcul avec des options différentes écrase les fichiers de résultats .FF et .EN précédents. Noter que les durées de saisons sont enregistrées dans un secteur supplémentaire en fin du fichier .FF et, si l'on travaille sur une base annuelle, les effectifs survivants en fin de dernière année sont stockés en fin de fichier des effectifs.

6 : IMPRESSION des RESULTATS et MOYENNES.

Cette section peut être appelée d'emblée pour relire et éditer les fichiers résultant d'une précédente analyse, ou après le calcul pour produire des éditions supplémentaires ou changer les limites de calcul des moyennes. Dans le premier cas, un message vous rappelle qu'il s'agit de résultats anciens non modifiés au cours de la présente session.

Vous devrez d'abord sélectionner le fichier à rééditer: répondez "1" pour le fichier des mortalités F, "2" pour celui des effectifs N, "3" pour retourner au MENU en cas d'erreur ou en fin d'édition.

Si vous appelez cette section d'emblée et demandez le fichier des effectifs, le programme relit ce fichier ainsi que ceux des données accessoires (poids moyens dans le stock et ogives de maturité) nécessaires aux calculs de biomasses dans lesquels il sélectionne les âges et années retenus pour le calcul. Pour les mortalités F, seul le fichier .FFc est relu.

Dans tous les cas, le programme vous demandera de spécifier les bornes entre lesquelles vous voulez que soient calculées les moyennes (Mortalités F par âge entre 2 années, ou par année entre 2 âges, Effectif moyen par âge entre 2 années) ou les biomasses partielles. Les limites maxima, celles que vous avez sélectionnées pour le calcul, vous sont rappelées et peuvent être prises par défaut. Choisissez ensuite le nombre de Décimales (0 à 5) puis le support d'impression (écran par défaut, imprimante ou fichier).

Les moyennes et les limites entre lesquelles elles sont calculées sont éditées en dernière colonne et/ou dernière ligne. Avec l'édition des effectifs N ainsi qu'avec celle des biomasses par âge, la biomasse totale, la biomasse de reproducteurs et la biomasse partielle (en tonnes) pour chaque période, sont imprimées en ligne (tableaux 22 et 23).

Si les années sont subdivisées en saisons, la première édition des mortalités par pêche est celle des F bruts (en équivalent année) ; elle est suivie de celle des F effectifs (F * δT) par saison.

Si l'on a choisi à la section 2 de considérer des efforts de pêche, les capturabilités par âge et saison sont éditées à la suite des mortalités par pêche F, ainsi que les moyennes calculées sur les mêmes intervalles que pour les F (tableau 21).

7 : VENTILATION des mortalités F par Catégorie.

Les mortalités F totales ayant été calculées, on peut pour chaque catégorie, connaissant ses captures en nombre par âge et période, déterminer les F partiels par âge et saison par une ventilation au prorata des captures, opération explicitée sur la figure 4.

Si cette option 7 est utilisée juste après le calcul, vous devrez spécifier la base (RETURN si la même) et l'index de catégorie du fichier des captures en nombre du sous-ensemble considéré. Les F partiels sont calculés pour les périodes communes au fichier des captures et aux années sélectionnées pour l'analyse, enregistrés sur disque puis édités avec les moyennes sur les intervalles choisis. En cas d'utilisation hors session de calcul, il faudra aussi préciser la base et la catégorie des captures-N et mortalités F totales.

Vous pourrez ensuite, en option, examiner les capturabilités vis-à-vis du métier considéré. Pour cela, répondez "1" à la question. Le programme recherche le fichier des efforts partiels pour la catégorie. S'il ne le trouve pas ou si des données manquent, vous devrez saisir les efforts partiels (attention aux unités là aussi) et le fichier sera créé ou mis à jour. Les capturabilités (q = F/E) par âge et saison sont ensuite éditées avec les moyennes ; elles ne sont pas enregistrées sur disque.

3.4. Manipulation des bases VPA : Programme VPUTIL.

3.4.1. Caractéristiques et fonctions:

Programme complémentaire de manipulation des fichiers de bases VPA. Il assure entre autres le CUMUL de données associées aux CAPTURES de différentes catégories (cumul simple des captures en nombre et en poids, et des efforts ; moyenne pondérée des poids moyens dans les captures), la CONCATENATION de fichiers de même nature ou au contraire la REDUCTION (extraction d'une fraction) d'une base. Il permet aussi de COMPARER les contenus de fichiers analogues et de TRANSCRIRE des bases de et vers des fichiers séquentiels formatés.

Ces manipulations se font en prenant les fichiers un par un ; certaines permettent cependant de traiter d'un coup tout le groupe des fichiers Captures ou des fichiers Stocks. Pour simplifier certaines opérations, il a été fait usage autant que possible de l'option permettant de réutiliser par défaut le nom de la première base mentionnée. Un fichier résultant est créé qui peut porter le même nom que l'un des fichiers d'origine (celui-ci sera alors écrasé) ; il est cependant fortement recommandé d'éviter cela, surtout avec l'option de transcription, à moins de disposer de copies de sauvegarde. Adoptez plutôt un autre nom de base ou un autre code de catégorie.

Le CUMUL ne se fait évidemment que sur des données de CAPTURES au même âge pour la même saison et la même année: il faut donc que certaines années soient communes, avec la même subdivision en saisons, et le programme élimine les autres. Il n'est pas nécessaire en revanche que les groupes d'âge limites des 2 fichiers soient identiques: le programme retient les bornes extrêmes, mais il élimine automatiquement les Groupes "+" qui ne sont pas terminaux dans le fichier résultant. De même, le groupe terminal sera un groupe "+" s'il l'est dans l'un des deux fichiers.

La CONCATENATION consiste à placer en bout d'un fichier des données de même nature relatives à des années plus récentes. Il faut alors que les groupes initial et final soient identiques dans les deux fichiers; dans le cas contraire, le programme sélectionne automatiquement les groupes communs. Le groupe terminal sera un groupe "+" s'il l'est dans l'un des deux fichiers. Quant aux années, elles doivent au moins être contigües mais il peut y avoir recouvrement (années communes) : dans ce cas, partant du principe que le fichier No 2 est plus récent, c'est lui qui est repris en entier alors que le fichier No 1 est tronqué.

** *Si vous créez des fichiers de CAPTURES N par cumul ou concaténation, vérifiez avant de lancer un calcul COHORT que tous les autres fichiers requis par ce programme existent et ont des dimensions compatibles (premier AGE et première ANNEE identiques, autres paramètres égaux ou supérieurs).*

La REDUCTION permet de constituer une base en sélectionnant une tranche d'années et/ou d'âges d'une autre base. Cela sert en particulier lors des révisions de bases : on peut mettre de côté des portions inchangées puis, à l'aide des deux opérations précédentes, reconstituer la base résultante en accolant ces morceaux aux parties corrigées.

La TRANSCRIPTION permet deux types de transferts. Le premier consiste à "exporter" le contenu des bases vers des fichiers séquentiels formatés, accessibles ainsi aux manipulations par éditeur de texte ou à l'affichage par la commande TYPE du DOS (fonctions aussi assurées par l'impression sur fichier), et inversement à les "importer" vers le format spécial des bases VPA. Le format séquentiel est en outre particulièrement recommandé en cas de télétransmisson des fichiers. Le second type est lié à une norme (voire à un défaut) d'écriture des fichiers en accès direct par programme FORTRAN sous MS-DOS ; il faut en effet spécifier la taille des blocs selon lesquels sont découpés les fichiers et la directive INQUIRE ne permet pas de la retrouver. Dans nos programmes, la taille des blocs est liée au paramétrage adopté pour les âges et les années et changera donc si l'on est amené à modifier ces derniers dans les programmes. Pour garder la compatibilité entre programmes et fichiers, il faudra alors reformater les bases selon le nouveau découpage à l'aide de cette fonction.

Les autres fonctions sont plus simples et sont explicitées dans le guide d'utilisation. Toutes les règles d'identification des bases et des fichiers mentionnées en introduction s'appliquent.

3.4.2. Guide d'utilisation.

Le programme est lancé directement par la commande (u:)VPUTIL ou via l'option 4 d'ANACO. Un MENU est affiché dont les sections sont explicitées ci-après. Vous commencerez par identifier chacun des fichiers concernés par la manipulation et, selon l'option, un fichier résultant. Indiquez l'index de disque (A à C, RETURN par défaut pour le disque dur C) puis le nom du sous-répertoire des fichiers (15 caractères maximum, sans les \). Précisez ensuite le nom de la base (8 caractères au plus). Ces questions seront sautées si vous réutilisez la base précédemment appelée en répondant par défaut. Donnez ensuite l'index de catégorie (1 caractère ; T par défaut).

1 : CUMUL des Fichiers-CAPTURES :

Les éléments des fichiers Captures en Nombre (.CNc), Captures Pondérales (.YTc) et Efforts (.EFc) sont simplement additionnés; les moyennes de Poids moyens dans les Captures pondérées par les Captures en Nombre sont calculées pour chaque âge et chaque saison. Attention, pour les efforts, la somme n'a pas de sens si les unités diffèrent entre les catégories. Les 4 fichiers-CAPTURES associés à chaque composante doivent résider sur le même disque et avoir le même nom de base. Les fichiers d'effort n'étant saisis qu'en option dans VPBAS, le programme pourra ne pas les trouver si vous n'en disposez pas et affichera un message d'erreur que vous pourrez ignorer.

Des tests sont effectués sur les bornes de chaque fichier. Les AGES limites peuvent différer entre les deux composantes auquel cas le résultat ira du groupe initial le plus jeune au groupe final le plus âgé à condition que soit respectée la limite maximum de 20 Groupes d'âge (dans le cas contraire, un message est affiché : pressez RETURN pour revenir au menu). Malgré cette faci-

lité, il est préférable que tous les fichiers associés à un stock soient saisis avec les mêmes âges extrêmes. Toutefois, ce cumul permet à la limite d'étendre la gamme des âges dans une base en rajoutant des données à un fichier soit pour des groupes plus jeunes, soit pour des groupes plus âgés : veillez alors à ce qu'il n'y ait pas de recouvrement des âges (sauf valeurs nulles). Le programme sélectionne ensuite les ANNEES communes et vous les rappelle dans un message.

Le calcul des moyennes pondérées est protégé contre les valeurs de captures N nulles. Si des fichiers Captures existent déjà sous le nom du fichier résultat, vous aurez le choix de les écraser (Répondre "O" pour OUI) ou d'interrompre le cumul ("N" ou RETURN).

2 : CONCATENATION de Fichiers VPA :

Cette opération peut être effectuée au choix pour chaque type de fichier séparément, ou sur les fichiers-Captures ou les fichiers-Stocks en bloc selon votre réponse aux options qui vous sont présentées. Le sous-titre vous rappelle que le fichier No 2 sera accolé à l'extrémité du fichier No 1. Voir le commentaire en introduction pour les cas où des années se recouvrent.

Après avoir identifié les bases, et sauf manipulation sur des groupes, sélectionnez dans la liste qui vous est présentée le NUMERO correspondant au type de fichier sur lequel vous allez opérer, ou répondez "9" ou RETURN pour revenir au menu principal. Le programme sélectionne les groupes d'âge communs et vous les signale.

Il y a 3 cas d'impossibilité: soit les fichiers 1 et 2 ne sont pas contigus (plus d'1 année entre la fin du premier et le début du second), soit le nombre de saisons diffère, ou bien vous projetez de créer un fichier couvrant plus de 30 ANNEES. Pressez RETURN pour retourner au menu dès que vous avez pris connaissance des messages d'erreur.

Reprenez cette section pour rendre homogènes tous les fichiers requis par le programme COHORT. ATTENTION: si le programme est amené à sélectionner les groupes d'âge communs, le fichier des captures pondérales .YTc ne correspondra plus à la SdP sur ces âges et devra être corrigé.

3 : REDUCTION de Fichiers VPA :

Par cette opération, vous pouvez au contraire ne retenir qu'une partie d'un fichier. Là encore, vous pourrez travailler des fichiers isolément ou en groupe. Précisez les intitulés de base et de catégorie selon les normes puis, dans le premier cas, choisissez dans la liste le type du fichier sur lequel se fera la manipulation.

Précisez ensuite les nouvelles bornes retenues, âges et années. Les bornes du fichier d'origine rappelées dans les questions peuvent être prises par défaut (RETURN). Une option permet de forcer le dernier groupe sélectionné en groupe "+" : dans ce cas seules les captures en nombre sont cumulées dans ce groupe, aucune des autres données n'est réajustée.

4 : Tableaux de COMPARAISON de FICHIERS :

Cette fonction vous permet de comparer facilement les contenus de fichiers analogues, à l'exception des captures pondérales et des efforts qui sont des vecteurs simples. Vous pourrez au choix travailler sur des fichiers isolément ou sur les fichiers Captures ou Stocks en groupe.

Indiquez comme dans les autres sections les noms de base et index de catégorie et de drive des 2 (groupes de) fichiers. Les groupes d'âge et années communs sont sélectionnés et les différences par âge et par saison [fichier 1 - fichier 2] sont éditées sur le support d'impression choisi selon le format habituel. Le résultat n'est pas stocké dans un fichier de base VPA.

5 : Tableaux de CAPTURES ou C.P.U.E. PONDERALES :

Pour compléter l'analyse du stock, on peut vouloir identifier les groupes d'âge qui contribuent le plus à la capture pondérale, ou isoler des tranches d'âges pour examen des relations entre les biomasses calculées lors de l'analyse et les c.p.u.e. par catégorie commerciale ou selon les groupes d'âge cibles d'une flottille. Les éléments des tableaux obtenus ici ne seront pas stockés en fichier VPA mais seulement imprimés en fin de calcul sur le support choisi (écran, imprimante ou fichier).

Choisissez le type de calcul (capture ou c.p.u.e.) puis identifiez les bases auxquelles appartiennent les fichiers utilisés. Le programme sélectionne les âges et années communs aux fichiers nombres et poids puis vous propose de sélectionner une tranche d'âges et d'années pour le calcul et l'édition.

Pour les c.p.u.e., on peut dans certains cas disposer de valeurs corrigées des efforts qui diffèrent selon les groupes d'âges. Si vous avez stocké ces efforts en base sous des codes de catégorie particuliers, vous pourrez obtenir pour différents groupes ou tranches d'âge les rapports entre capture pondérale et effort effectivement appliqué à ces âges. Sélectionnez le fichier d'effort adéquat lorsqu'il vous est demandé et choisissez les bornes d'âges ayant subi effectivement les efforts en question.

6 : IMPRESSION des Fichiers VPA :

ATTENTION: il n'est pas prévu d'imprimer les Captures Pondérales ni les Efforts de pêche (utilisez VPBAS). Pour les fichiers de résultats F et N, utilisez plutôt COHORT (section 6) qui vous permet en plus de calculer et éditer des moyennes.

Identifiez la base et la catégorie puis sélectionnez dans la liste le numéro (type) du fichier à imprimer. Choisissez ensuite le support d'impression puis indiquez le nombre de décimales (0 à 5) pour l'édition. Le programme boucle sur la liste pour permettre d'imprimer tous les fichiers d'une catégorie de la base. "0" ou "10" (ainsi que "6" ou "9") renvoient au menu.

7 : Correction des TITRES en Fichier :

Lors de la création des bases, l'identité de l'espèce et du stock est précisée dans un TITRE enregistré en secteur 1 de chaque fichier et imprimé en tête des éditions. Lors des manipulations effectuées dans ce programme, le titre recopié dans le fichier résultant est celui du dernier fichier lu (i.e.: un des fichiers No 2). Il peut alors nécessiter quelque modification.

Utilisez autant que possible l'option de manipulation en groupes ; sinon choisissez dans la liste le numéro du fichier concerné. Tapez le nouvel intitulé (40 caractères maximum). Refaites la même opération pour tous les fichiers où elle est nécessaire.

8 : TRANSCRIPTION de fichiers :

Comme cela a été indiqué en introduction, on peut réaliser ici 2 types de transcriptions :

** Transferts direct <=> séquentiel **

Les options 1 et 2 assurent respectivement l'export des fichiers du format particulier des bases VPA vers des fichiers séquentiels formatés, ou l'opération inverse d'import de fichiers texte séquentiels écrits en option 1 ou à l'aide d'autres logiciels. Dans ce dernier cas, l'utilisateur devra se référer au listing du programme pour connaître la structure du fichier texte compatible avec l'ordre de relecture (titre, en-têtes, 1 enregistrement par âge et par année contenant les valeurs par saison) ; la structure des fichiers-impression est incompatible avec cette routine de lecture.

Bien qu'elles n'aient pas la structure type, les bases séquentielles obéissent aux mêmes règles d'identification (nom de base + codes contenu + code de catégorie) que les bases VPA proprement dites.

** Changement de TAILLE des BLOCS **

On a déjà indiqué la justification de cette opération liée à la structure des fichiers FORTRAN en accès direct dont la taille d'enregistrements doit être donnée lors de l'OPEN. Vous ne devrez l'utiliser que si vous modifiez les paramètres d'âges (NGMAX) ou d'années (NAMAX) dans les programmes et sous-programmes, auquel cas tous les fichiers constitués à l'aide des versions (dimensions) antérieures devront être restructurés. Toutefois, si vous ne modifiez que NAMAX, seuls les fichiers .YTc et .EFc sont concernés, et les autres seuls si vous ne changez que NGMAX.

Vous devrez indiquer les anciennes (fichiers en lecture) et les nouvelles (fichiers en écriture) valeurs des paramètres âges et années. Si le paramétrage déclaré pour la base en écriture est inférieur au nombre de groupes d'âges ou d'années contenus dans la base en lecture, celle-ci est tronquée (élimination de l'excédent d'âges ou d'années) pour respecter le paramétrage ; un message vous en avertit.

Quelle que soit l'option, les transferts pourront être effectués en groupes (Captures/Stock) ou fichier par fichier (avec choix dans la liste). Dans tous les cas, on spécifiera le nom et le code de catégorie de la base en lecture et de la base à écrire, avec indication du disque et répertoire. Il est recommandé de ne pas utiliser le même nom pour les bases originales et transcrites. Cela s'impose plus encore pour les changements de taille des blocs ; la copie se fait bloc par bloc donc ne transcrivez pas les fichiers sur eux-mêmes.

Des messages vous permettent de suivre le déroulement des transferts. Si un fichier existe déjà, vous pourrez choisir de l'écraser (répondre "O" ou "o" pour OUI) ou au contraire de l'épargner ("N" ou autre réponse) et de passer alors au fichier suivant.

9 : LISTE de CONTROLE d'une BASE :

La fonction est en tous points identique à celle de l'option 8 de VPBAS explicitée plus haut. Certaines opérations de VPUTIL se faisant sur des fichiers isolés ou sur un seul groupe, il est d'autant plus important d'effectuer le contrôle de cohérence des bornes (années surtout) des fichiers appelés à être utilisés ensemble.

Ne pas l'utiliser pour les bases de fichiers séquentiels, ni pour celles dont les tailles de blocs ne sont pas conformes aux dimensions affichées dans l'en-tête du menu.

Tableau 9: LISTE de CONTROLE pour la BASE FAOSTOCK - CATegorie: T

TITRE : DONNEES pour ESSAIS de COHORT

Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.CNT saisi pour les AGES 1 a 10+
et les ANNEES 1980 a 1986 * 1 SAISON(s)

Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.PCT saisi pour les AGES 1 a 10+
et les ANNEES 1980 a 1986 * 1 SAISON(s)

Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.PST saisi pour les AGES 1 a 10+
et les ANNEES 1980 a 1986 * 1 SAISON(s)

Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.OMT saisi pour les AGES 1 a 10+
et les ANNEES 1980 a 1986 * 1 SAISON(s)

Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.MNT saisi pour les AGES 1 a 10+
et les ANNEES 1980 a 1986 * 1 SAISON(s)

Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.YTT saisi pour les ANNEES 1980 a 1986
* 1 SAISON(s)

Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.FFT saisi pour les AGES 1 a 10+
et les ANNEES 1980 a 1986 * 1 SAISON(s)

Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.ENT saisi pour les AGES 1 a 10+
et les ANNEES 1980 a 1987 * 1 SAISON(s)

Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.EFT saisi pour les ANNEES 1980 a 1986
* 1 SAISON(s)

Tableau 10:

BASE: FAOSTOCK Cat.: T = DONNEES pour ESSAIS de COHORT

CAPTURES en NOMBRE (Milliers) par AGE

ANNEE	1980	1981	1982	1983	1984
AGE					
1	237.0	171.0	391.0	1248.0	117.0
2	4687.0	2721.0	2159.0	3454.0	5418.0
3	5865.0	11225.0	6693.0	3578.0	4389.0
4	4573.0	6010.0	10947.0	5272.0	2112.0
5	1949.0	2971.0	5762.0	6484.0	2997.0
6	794.0	1015.0	1865.0	1961.0	3306.0
7	264.0	326.0	458.0	715.0	773.0
8	206.0	94.0	137.0	255.0	317.0
9	83.0	55.0	71.0	112.0	109.0
10+	57.0	46.0	108.0	81.0	64.0
C. Ton. 1	28000.00	37000.00	54000.00	45000.00	36000.00

ANNEE	1985	1986
AGE		
1	883.0	255.0
2	2973.0	5309.0
3	10305.0	5060.0
4	4519.0	8410.0
5	1931.0	2554.0
6	1291.0	738.0
7	1165.0	664.0
8	270.0	437.0
9	102.0	158.0
10+	68.0	61.0
C. Ton. 1	42000.00	46000.00

CAPTURES en TONNES

ANNEE	1980	1981	1982	1983	1984
Saison					
Cap. Ton. 1	28000.00	37000.00	54000.00	45000.00	36000.00

ANNEE	1985	1986
Saison		
Cap. Ton. 1	42000.00	46000.00

EFFORTS de PECHE

ANNEE	1980	1981	1982	1983	1984
Saison					
Effort 1	370.00	380.00	440.00	450.00	420.00

ANNEE	1985	1986
Saison		
Effort 1	410.00	370.00

Tableau 11:

BASE: FAOSTOCK Cat.: T = DONNEES pour ESSAI de COHORT

MORTALITES NATURELLES par Age

ANNEE	1980	1981	1982	1983	1984
AGE					
1	.200	.200	.200	.200	.200
2	.200	.200	.200	.200	.200
3	.200	.200	.200	.200	.200
4	.200	.200	.200	.200	.200
5	.200	.200	.200	.200	.200
6	.200	.200	.200	.200	.200
7	.200	.200	.200	.200	.200
8	.200	.200	.200	.200	.200
9	.200	.200	.200	.200	.200
10+	.200	.200	.200	.200	.200

ANNEE	1985	1986
AGE		
1	.200	.200
2	.200	.200
3	.200	.200
4	.200	.200
5	.200	.200
6	.200	.200
7	.200	.200
8	.200	.200
9	.200	.200
10+	.200	.200

Tableau 12:

BASE: FAOSTOCK Cat.: T = DONNEES pour ESSAI de COHORT

PROPORTION de GENITEURS par Age

ANNEE	1980	1981	1982	1983	1984
AGE					
1	.000	.000	.000	.000	.000
2	.100	.100	.100	.100	.100
3	.400	.400	.400	.400	.400
4	.700	.700	.700	.700	.700
5	.900	.900	.900	.900	.900
6	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
7	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
9	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10+	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

ANNEE	1985	1986
AGE		
1	.000	.000
2	.100	.100
3	.400	.400
4	.700	.700
5	.900	.900
6	1.000	1.000
7	1.000	1.000
8	1.000	1.000
9	1.000	1.000
10+	1.000	1.000

Tableau 13:

BASE: FAOSTOCK Cat.: T = DONNEES pour ESSAI de COHORT

POIDS MOYENS (Kg) par AGE dans le STOCK

ANNEE / AGE	1980	1981	1982	1983	1984
1	.4500	.4100	.5200	.4800	.4500
2	.7000	.6500	.7200	.8000	.7800
3	1.1000	1.0000	1.1300	1.3000	1.2000
4	1.7500	1.6500	1.7000	1.8000	1.7800
5	2.4000	2.5000	2.5000	2.3000	2.4000
6	3.0000	3.7000	3.6000	3.3000	2.9000
7	4.1000	4.3000	5.4000	4.4000	3.9000
8	5.2000	6.5000	6.9500	5.7000	5.2800
9	6.1000	7.0000	7.4000	7.4000	6.2000
10+	7.8000	9.5000	9.3000	8.4000	8.6000

ANNEE / AGE	1985	1986
1	.5800	.7000
2	.8500	1.0000
3	1.3200	1.4000
4	2.0000	2.0000
5	2.6000	2.6000
6	3.2500	3.8000
7	3.7800	4.7500
8	5.0000	5.5600
9	6.6000	6.0000
10+	10.0000	10.5000

Tableau 14: LISTE de CONTROLE pour la BASE FAOSTOCK - CATegorie: 1

TITRE : ESSAIS COHORT : PECHERIE DU LARGE

Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.CN1 saisi pour les AGES 2 a 10+
et les ANNEES 1981 a 1986 * 1 SAISON(s)

Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.PC1 saisi pour les AGES 2 a 10+
et les ANNEES 1981 a 1986 * 1 SAISON(s)

Le Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.PS1 n'EXISTE PAS

Le Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.OM1 n'EXISTE PAS

Le Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.MN1 n'EXISTE PAS

Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.YT1 saisi pour les ANNEES 1981 a 1986
* 1 SAISON(s)

Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.FF1 saisi pour les AGES 2 a 10+
et les ANNEES 1981 a 1986 * 1 SAISON(s)

Le Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.EN1 n'EXISTE PAS

Fichier C:\DATA\FAOSTOCK.EF1 saisi pour les ANNEES 1981 a 1986
* 1 SAISON(s)

Tableau 15:

BASE: FAOSTOCK Cat.: 1 = ESSAIS COHORT : PECHERIE DU LARGE

CAPTURES en NOMBRE (Milliers) par AGE

ANNEE	1981	1982	1983	1984	1985
AGE					
2	50.0	50.0	60.0	70.0	50.0
3	530.0	410.0	240.0	430.0	510.0
4	4240.0	5620.0	4100.0	1860.0	2600.0
5	2160.0	4340.0	5600.0	2320.0	1250.0
6	950.0	1630.0	1780.0	2980.0	1020.0
7	300.0	350.0	560.0	690.0	910.0
8	80.0	110.0	210.0	280.0	240.0
9	50.0	60.0	90.0	85.0	90.0
10+	40.0	80.0	70.0	50.0	55.0
Saison					
C. Ton. 1	20100.00	32000.00	33100.00	23600.00	19100.00

ANNEE	1986
AGE	
2	80.0
3	320.0
4	2850.0
5	1780.0
6	660.0
7	610.0
8	430.0
9	130.0
10+	50.0
Saison	
C. Ton. 1	20300.00

BASE: FAOSTOCK Cat.: 1 = ESSAIS COHORT : PECHERIE DU LARGE

EFFORTS de PECHE

ANNEE	1981	1982	1983	1984	1985
Saison					
Effort 1	270.00	330.00	370.00	380.00	380.00

ANNEE	1986
Saison	
Effort 1	320.00

Tableau 16:

BASE: FAOSTOCK Cat.: 1 = ESSAIS COHORT : PECHERIE DU LARGE

POIDS MOYENS (Kg) par AGE dans les CAPTURES

ANNEE / AGE	1981	1982	1983	1984	1985
2	.6900	.8100	.9000	.8600	.9000
3	1.1000	1.2800	1.4500	1.3000	1.4500
4	1.8500	1.8500	2.0000	1.9000	2.2000
5	2.6000	2.6000	2.4500	2.4500	2.8000
6	3.7000	3.6000	3.3000	2.9000	3.2500
7	4.3000	5.4000	4.4000	3.9000	3.7800
8	6.5000	6.9500	5.7000	5.2800	5.0000
9	7.0000	7.4000	7.4000	6.2000	6.6000
10+	9.5000	9.3000	8.4000	8.6000	10.0000

ANNEE / AGE	1986
2	1.0000
3	1.5000
4	2.1000
5	2.6000
6	3.8000
7	4.7500
8	5.5600
9	6.0000
10+	10.5000

Tableau 17:

BASE: FAOSTOCK Cat.: 1 = ESSAIS COHORT : PECHERIE DU LARGE

Verification des Sommes de Produits

ANNEE	Saison	1981	1982	1983	1984	1985
Cap. Ton.	1	20100.00	32000.00	33100.00	23600.00	19100.00
Som. C*W	1	20132.50	31956.80	33111.00	23605.60	19103.30
Rap. SdP	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ANNEE	Saison	1986
Cap. Ton.	1	20300.00
Som. C*W	1	20274.30
Rap. SdP	1	1.00

Tableau 18:

BASE: FAOSTOCK Cat.: 1 = ESSAIS COHORT : PECHERIE DU LARGE

C. P. U. E. PONDERALES par AGE

ANNEE	1981	1982	1983	1984	1985
AGE					
2	. 13	. 12	. 15	. 16	. 12
3	2. 16	1. 59	. 94	1. 47	1. 95
4	29. 05	31. 51	22. 16	9. 30	15. 05
5	20. 80	34. 19	37. 08	14. 96	9. 21
6	13. 02	17. 78	15. 88	22. 74	8. 72
7	4. 78	5. 73	6. 66	7. 08	9. 05
8	1. 93	2. 32	3. 24	3. 89	3. 16
9	1. 30	1. 35	1. 80	1. 39	1. 56
10+	1. 41	2. 25	1. 59	1. 13	1. 45

ANNEE	1986
AGE	
2	. 25
3	1. 50
4	18. 70
5	14. 46
6	7. 84
7	9. 05
8	7. 47
9	2. 44
10+	1. 64

Tableau 19: Pêcheries côtières et diverses.

DIFFERENCE BASES: FAOSTOCK/T - FAOSTOCK/1

CAPTURES en NOMBRE (Milliers) par AGE

ANNEE	1981	1982	1983	1984	1985
AGE					
2	2671.0	2109.0	3394.0	5348.0	2923.0
3	10695.0	6283.0	3338.0	3959.0	9795.0
4	1770.0	5327.0	1172.0	252.0	1919.0
5	811.0	1422.0	884.0	677.0	681.0
6	65.0	235.0	181.0	326.0	271.0
7	26.0	108.0	155.0	83.0	255.0
8	14.0	27.0	45.0	37.0	30.0
9	5.0	11.0	22.0	24.0	12.0
10+	6.0	28.0	11.0	14.0	13.0

ANNEE	1986
AGE	
2	5229.0
3	4740.0
4	5560.0
5	774.0
6	78.0
7	54.0
8	7.0
9	28.0
10+	11.0

3. 5. EXERCICES COMMENTES.

3. 5. 1. Les données.

La base FAOSTOCK a été constituée avec des données totalement fictives. On a distingué 2 catégories : la catégorie T pour TOTAL comprend à la fois des données associées aux captures de l'ensemble des flottilles et des données relatives à la totalité du stock, pour les années 1980 à 1986 et les groupes d'âge 1 à 10+. Le stock ne comprend qu'une cohorte annuelle et, pour simplifier, on n'a défini qu'une saison de pêche par an. Les poids moyens par âge dans le stock sont identiques aux poids mesurés dans les captures (pas de correction pour les ramener au 1er janvier). La mortalité naturelle est constante avec l'âge et ne change pas selon l'année ; la fécondité relative évolue avec l'âge mais est supposée identique d'année en année (tableaux 9 à 13).

Dans la catégorie 1 (tableaux 14 à 18), on a isolé la fraction des captures réalisées par une flottille homogène de chalutiers sur la pêcherie du large (en éliminant les données douteuses de l'année 1980) ; cette pêcherie ne capture les individus qu'à partir de l'âge 2 et réalise l'essentiel des captures des groupes âgés (tableau 15). La différence (tableau 19) représente les captures des flottilles côtières (dirigées surtout sur les groupes jeunes) et de quelques navires utilisant trémails et palangres, à l'activité irrégulière.

3. 5. 2. Les résultats.

Comme il se doit, l'analyse de cohortes est effectuée sur la totalité des captures (tableau 10). La première difficulté est celle du choix des valeurs d'initialisation pour la dernière ligne (groupe 10) et la dernière colonne (1986), surtout si l'on ne dispose pas d'analyse antérieure. Bien qu'elle ne présente aucune garantie, une solution consiste à introduire un premier jeu de valeurs vraisemblables, puis à effectuer plusieurs analyses en réinjectant les moyennes calculées selon le cas entre deux âges choisis dans le milieu de la distribution ou entre deux années pas trop éloignées (éviter de possibles évolutions dans la pêcherie), mais pas trop récentes (pas de convergence), jusqu'à ce que ces moyennes se stabilisent. L'idée est que, au delà de l'âge de pleine exploitation, le profil de capturabilité doit être relativement plat d'une part, et que d'autre part, sauf changement majeur dans la pêcherie (maillages, distribution spatiale, effort relatif des flottilles côtières et du large), ce profil ne doit évoluer que graduellement d'une année à l'autre.

Les résultats présentés dans les tableaux 20 à 25 ont été obtenus à l'issue de ces étapes de stabilisation des moyennes. Les mortalités par pêche à l'âge 10 (également appliquées à l'âge 9 car le groupe 10 est un groupe +) sont ainsi proches de la moyenne des mortalités aux âges 3 à 7 ; on pourrait encore diminuer les F terminaux des années 1980 et 1981 (mais cela ne changerait rien car les cohortes correspondantes sont hors du tableau), et surtout la valeur pour 1986 probablement plus proche de .45. Les F terminaux par âge pour l'année 1986 ont le même profil que la moyenne des années 1980 à 1984 (sur

lesquelles on peut espérer que la convergence a stabilisé les résultats), mais on les a légèrement diminués par rapport aux valeurs moyennes pour tenir compte du fait que l'effort global a été plus faible en 1986.

Le tableau 21 des capturabilités totales est peu utilisable du fait de l'hétérogénéité des flottilles. Il montre toutefois que les capturabilités moyennes sur les âges 3 à 7 ont été assez stables autour de 0.0012 (hypothèse à rejeter s'il y a eu un changement dans la pêcherie) avec quelques valeurs plus faibles (est-on bien sûr de la mesure de l'effort ?), et que celles de 1986 sont plutôt supérieures à la moyenne 1980-1984, ce qui doit être confirmé ou modifié au besoin en diminuant les F terminaux pour cette année.

Les autres résultats systématiques sont les tableaux des effectifs et des biomasses par âge et par année (tableaux 22 et 23) correspondant aux hypothèses actuelles sur les F terminaux. On constate en premier lieu que l'effectif de la cohorte 1984 au recrutement à l'âge 1 en 1985, qui dépend entièrement du F injecté à l'âge 2 en 1986, est du même ordre de grandeur que ceux des deux bonnes classes 1978 et 1982 ; peut-on confirmer cela à partir d'observations de terrain ? ; s'il y a contradiction, il faudra moduler le F terminal (le baisser pour augmenter les effectifs et inversement). On vérifiera aussi que la série des biomasses totales ou partielles données dans le bas du tableau est correctement corrélée aux fluctuations de c.p.u.e. observées sur la pêcherie. Cet examen peut être effectué de façon plus détaillée en considérant les relations à chaque âge entre c.p.u.e. de l'une ou l'autre des flottilles (p. ex. : tableau 18) et biomasses (tableau 23) sur l'ensemble de la période. S'il y a divergence entre observations et résultats calculés, on corrigera les F terminaux de la dernière ligne ou de la dernière colonne, en partant toujours du même principe : on aura vérifié dans la phase de stabilisation des moyennes qu'une partie du tableau n'est pas affectée par le choix des F terminaux du fait de la convergence, et si c'est le cas les relations entre c.p.u.e. et biomasses aux âges seront calibrées sur cette partie (le recours à des graphiques est plus que recommandé), pour permettre ensuite de prédire les effectifs attendus connaissant les cpue pour les années récentes, voire pour les groupes les plus âgés. On ajustera alors les F terminaux pour que soient approchées les valeurs attendues, au besoin par essais et erreurs.

Comme on l'a suggéré en introduction, on peut poursuivre l'examen des résultats en considérant les mortalités et capturabilités partielles (tableaux 24 et 25) de l'une des flottilles, après ventilation au *prorata* des captures en nombre (option 7 de COHORT). Sur le jeu d'essai, on remarque que les capturabilités spécifiques de la pêcherie du large sont assez stables à chaque âge et en moyenne malgré quelques valeurs étranges (p. ex.: groupe 8 en 1982 et en 1980) ; si cela correspond effectivement à une période de stabilité dans les pratiques de la pêcherie (il faut l'expliciter, documents à l'appui), on peut penser que les capturabilités aux âges en 1986 sont légèrement trop élevées : on n'a sans doute pas assez corrigé les mortalités 1986 de la baisse d'effort constatée cette année là. Du fait que cette flottille réalise la quasi-totalité des captures aux âges 3 à 7, les commentaires faits ci-dessus lors de l'examen des mortalités F totales restent pertinents.

Il n'est guère possible d'épiloguer sur ce cas complètement artificiel créé à partir de données choisies au jugé, et il est probable que les différents examens et tests de validité suggérés ci-dessus puissent conduire à des décisions contradictoires quant aux modulations des F terminaux. Sur des cas

de pêcheries réelles bien maîtrisées, avec un échantillonnage adéquat des diverses données requises et des mesures correctes de l'effort, de telles contradictions ne devraient pas survenir. Si malgré tout il en était ainsi, on vérifiera d'abord que la convergence se manifeste (sinon c'est sans espoir, changer de technique) et on sélectionnera les données externes (c.p.u.e., efforts, indices d'abondance) les plus dignes de confiance, et pour les flottilles les plus homogènes et suivies le plus soigneusement.

On a surtout voulu montrer dans ce commentaire que l'analyse de cohortes sur un stock est un processus de remise en cause permanent des résultats, par une confrontation perpétuelle avec tout ce que l'on sait du stock et des pêcheries, outre les captures aux âges. En la matière, l'ordinateur ne doit pas avoir le dernier mot, et le chercheur devra utiliser sans honte crayon et papier millimétré, aussi archaïques que ces outils puissent paraître, sans oublier de solides doses de bon sens.

On n'oubliera pas non plus que l'analyse de cohortes n'est qu'une étape intermédiaire dans l'établissement du diagnostic sur l'état du stock et des pêcheries ; restent à effectuer les diverses formes de prévisions.

Tableau 20:

BASE: FAOSTOCK - Cat.: T = DONNEES pour ESSAIS de COHORT

MORTALITES par PECHE BRUTES par Age

ANNEE	1980	1981	1982	1983	1984
AGE					
1	.006	.008	.012	.018	.004
2	.081	.090	.138	.135	.102
3	.226	.282	.332	.354	.254
4	.407	.380	.488	.476	.366
5	.500	.508	.772	.605	.549
6	.561	.532	.705	.663	.728
7	.562	.474	.490	.654	.605
8	.789	.399	.374	.561	.692
9	.500	.500	.600	.600	.500
10+	.500	.500	.600	.600	.500
Saison					
F 3- 7 1	.451	.435	.558	.551	.500

ANNEE	1985	1986
AGE		
1	.013	.010
2	.118	.100
3	.286	.300
4	.452	.400
5	.676	.500
6	.487	.600
7	.619	.500
8	.439	.500
9	.500	.500
10+	.500	.500
Saison		
F 3- 7 1	.504	.460

MOYENNE DES F DE 1980 A 1984

Saison	1
AGE	
1	.010
2	.109
3	.290
4	.423
5	.587
6	.638
7	.557
8	.563
9	.540
10+	.540

Tableau 21:

BASE: FAOSTOCK - Cat.: T = DONNEES pour ESSAIS de COHORT

CAPTURABILITES TOTALES par AGE et SAISON

ANNEE	1980	1981	1982	1983	1984
AGE					
1	.00002	.00002	.00003	.00004	.00001
2	.00022	.00024	.00031	.00030	.00024
3	.00061	.00074	.00076	.00079	.00061
4	.00110	.00100	.00111	.00106	.00087
5	.00135	.00134	.00176	.00135	.00131
6	.00152	.00140	.00160	.00147	.00173
7	.00152	.00125	.00111	.00145	.00144
8	.00213	.00105	.00085	.00125	.00165
9	.00135	.00132	.00136	.00133	.00119
10+	.00135	.00132	.00136	.00133	.00119
Saison					
q 3- 7 1	.00122	.00115	.00127	.00122	.00119
Effort 1	370.	380.	440.	450.	420.

ANNEE	1985	1986
AGE		
1	.00003	.00003
2	.00029	.00027
3	.00070	.00081
4	.00110	.00108
5	.00165	.00135
6	.00119	.00162
7	.00151	.00135
8	.00107	.00135
9	.00122	.00135
10+	.00122	.00135
Saison		
q 3- 7 1	.00123	.00124
Effort 1	410.	370.

MOYENNE DES q DE 1980 A 1984

Saison	1
AGE	
1	.00002
2	.00026
3	.00070
4	.00103
5	.00142
6	.00154
7	.00136
8	.00139
9	.00131
10+	.00131

Tableau 22:

BASE: FAOSTOCK - Cat.: T = DONNEES pour ESSAIS de COHORT

EFFECTIFS par Age (Milliers) en debut des Saisons

ANNEE	1980	1981	1982	1983	1984
AGE					
1	42668.	22714.	37097.	76493.	36102.
2	66527.	34719.	18442.	30020.	61500.
3	31903.	50239.	25971.	13153.	21465.
4	14983.	20842.	31040.	15250.	7556.
5	5421.	8163.	11668.	15598.	7758.
6	2022.	2691.	4020.	4413.	6971.
7	671.	945.	1294.	1626.	1861.
8	411.	313.	481.	649.	692.
9	231.	153.	172.	271.	303.
10+	159.	128.	261.	196.	178.
Saison					
B. Tot. 1	153693.	155257.	172365.	170229.	156584.
SSB 1	62358.	83133.	104768.	89816.	75814.
B 3- 7 1	83142.	119056.	132746.	102143.	85303.

ANNEE	1985	1986	1987
AGE			
1	76031.	28271.	0.
2	29452.	61451.	22916.
3	45466.	21433.	45524.
4	13626.	27959.	13000.
5	4290.	7103.	15344.
6	3669.	1787.	3527.
7	2757.	1847.	803.
8	833.	1215.	917.
9	284.	439.	604.
10+	189.	17.	226.
Saison			
B. Tot. 1	197823.	210764.	0.
SSB 1	85895.	99042.	0.
B 3- 7 1	120765.	119954.	0.

MOYENNE DES N DE 1980 A 1984

Saison	1
AGE	
1	43015.
2	42242.
3	28546.
4	17934.
5	9722.
6	4024.
7	1279.
8	509.
9	226.
10+	184.

Tableau 23:

BASE: FAOSTOCK - Cat.: T = DONNEES pour ESSAIS de COHORT

BIOMASSES par Age (Tonnes) en debut des Saisons

ANNEE	1980	1981	1982	1983	1984
AGE					
1	19200.	9313.	19291.	36717.	16246.
2	46569.	22567.	13278.	24016.	47970.
3	35093.	50239.	29348.	17099.	25758.
4	26220.	34389.	52767.	27451.	13449.
5	13010.	20408.	29170.	35875.	18620.
6	6067.	9956.	14472.	14564.	20217.
7	2751.	4064.	6989.	7154.	7259.
8	2138.	2035.	3346.	3699.	3655.
9	1408.	1071.	1272.	2007.	1879.
10+	1236.	1215.	2432.	1647.	1531.
Saison					
B. Tot. 1	153693.	155257.	172365.	170229.	156584.
SSB 1	62358.	83133.	104768.	89816.	75814.
B 3- 7 1	83142.	119056.	132746.	102143.	85303.

ANNEE	1985	1986
AGE		
1	44098.	19790.
2	25035.	61451.
3	60015.	30007.
4	27252.	55919.
5	11153.	18467.
6	11925.	6790.
7	10420.	8771.
8	4163.	6757.
9	1872.	2636.
10+	1891.	175.
Saison		
B. Tot. 1	197823.	210764.
SSB 1	85895.	99042.
B 3- 7 1	120765.	119954.

Tableau 24:

BASE: FAOSTOCK - Cat.: 1 = ESSAIS COHORT : PECHERIE DU LARGE

MORTALITES par PECHE EFFECTIVES PARTIELLES

ANNEE	1981	1982	1983	1984	1985
AGE					
2	.002	.003	.002	.001	.002
3	.013	.020	.024	.025	.014
4	.268	.251	.370	.322	.260
5	.370	.582	.523	.425	.437
6	.498	.616	.602	.656	.384
7	.437	.375	.512	.540	.484
8	.340	.300	.462	.611	.390
9	.455	.507	.482	.390	.441
10+	.435	.444	.519	.391	.404
Saison					
F 3- 7 1	.317	.369	.406	.394	.316

ANNEE	1986
AGE	
2	.002
3	.019
4	.136
5	.348
6	.537
7	.459
8	.492
9	.411
10+	4.167
Saison	
F 3- 7 1	.300

MOYENNE DES F DE 1981 A 1984

Saison	1
AGE	
2	.002
3	.021
4	.303
5	.475
6	.593
7	.466
8	.428
9	.458
10+	.447

Tableau 25:

BASE: FAOSTOCK - Cat.: 1 = ESSAIS COHORT : PECHERIE DU LARGE

CAPTURABILITES PARTIELLES par AGE et SAISON

ANNEE	1981	1982	1983	1984	1985
AGE					
2	.00001	.00001	.00001	.00000	.00001
3	.00005	.00006	.00006	.00007	.00004
4	.00099	.00076	.00100	.00085	.00068
5	.00137	.00176	.00141	.00112	.00115
6	.00184	.00187	.00163	.00173	.00101
7	.00162	.00114	.00138	.00142	.00127
8	.00126	.00091	.00125	.00161	.00103
9	.00168	.00154	.00130	.00103	.00116
10+	.00161	.00135	.00140	.00103	.00106
Saison					
q 3- 7 1	.00117	.00112	.00110	.00104	.00083
Effort 1	270.	330.	370.	380.	380.

ANNEE	1986
AGE	
2	.00000
3	.00006
4	.00042
5	.00109
6	.00168
7	.00144
8	.00154
9	.00129
10+	.01302
Saison	
q 3- 7 1	.00094
Effort 1	320.

MOYENNE DES q DE 1981 A 1984

Saison	1
AGE	
2	.00001
3	.00006
4	.00090
5	.00142
6	.00177
7	.00139
8	.00126
9	.00139
10+	.00135

REFERENCES

Beverton, R.J.H. et S.J. Holt, 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish.Invest.Minist.Agric.Fish.Food GB. (2 Sea Fish.), (19):533 p.

Deriso, R.B., T.J. Quinn II et P.R. Neal, 1985. Catch-at-age analysis with auxiliary information. Can.J.Fish.Aquat.Sci., 42:815-24

Fry, P.E.J., 1949. Statistics of a lake trout fishery. Biometrics, 5:27-67

Gulland, J.A., 1985. Estimation of mortality rates. Annex to the report of the Arctic Fisheries Working Group. CIEM CM 1965/3. 9 p. (mimeo)

ICLARM, 1988. The complete ELEFAN. Package of microcomputer programs (for IBM PC and its compatibles) for fish stock assessment. Manila, ICLARM.

Jones, R., 1961. The assessment of the long-term effects of changes in gear selectivity and fishing effort. Mar.Res.Scotl.,(2):19 p.

_____, 1983. L'évaluation des stocks de poisson appuyée sur des données de structure de taille (et notes sur l'analyse de population virtuelle et l'analyse de cohorte). FAO Circ.Pêches,(734):46 p. Publié aussi en anglais et en espagnol.

Laurec, A. et L. Santarelli-Chaurand. Analyse rectifiée de pseudo-cohortes (analyse des cohortes à partir de structures démographiques des captures; correction des variations d'effort et/ou de recrutement) (à paraître).

Mesnil, B., 1980. Théorie et pratique de l'analyse de cohortes. Rev.Trav.Inst.Pêches Marit., 44(2):119-55

Pope, J.G., 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. ICNAF Res.Bull., (9):65-74

Pope, J.G. et J.G. Shepherd, 1982. A simple method for the consistent interpretation of catch-at-age data. J.Cons.CIEM, 40:176-84

Ricker, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull.Fish.Res.Board Can., (191):382 p.

Sparre, P., 1987. Computer programs for fish stock assessment. Length-based fish stock assessment (LFSA) for Apple II computers. FAO Fish.Tech.Pap., (101)Suppl.2:218 p.

ANNEXE A

INSTALLATION et LANCEMENT

1. Contenu des disquettes - Sauvegarde.

Normalement, le logiciel est distribué sur 2 disquettes 5"¼ nommées ANACO-1 et ANACO-2. La première contient les programmes exécutables (extension .EXE) et le fichier d'aide pour ANACO, la seconde les fichiers-sources FORTRAN des programmes (extension .F4), les fichiers d'essai (FAOSTOCK.ccc) et le programme d'installation INSTANAC. Au besoin, il pourra être distribué sur une seule disquette 3"½.

Il est particulièrement recommandé d'en faire une sauvegarde avant toute autre opération. Pour cela, utilisez la procédure suivante :

+ Démarrez votre ordinateur et chargez le système MS-DOS à partir des disquettes fournies avec l'appareil (ou à partir du disque dur).

+ Préparez des disquettes vierges en les formatant par la commande :

```
FORMAT A:
```

Evitez d'y transcrire le système (commande FORMAT A: /S) car vous n'auriez pas assez de place pour copier la disquette ANACO-1. La copie ne vous permettra pas de démarrer le système, mais vous utiliserez pour cela la disquette système d'origine.

+ Copiez les disques ANACO :

- Vous avez deux lecteurs de disquettes normalement appelés A et B. Placez la première disquette ANACO en A et votre disque pour copie en B) puis lancez la commande : COPY A:*.* B: /V, et répétez-la après avoir échangé les disques pour la seconde disquette ANACO.
- Vous avez un disque dur (normalement appelé C) et un lecteur de disquettes appelé A. Le plus simple est d'utiliser la commande :

```
DISKCOPY A:
```

et de suivre les indications affichées à l'écran (échange des disquettes en A et répétition pour le second disque).

Si ces opérations vous sont déjà familières, vous ne devriez guère avoir de difficultés. Vous pourrez ultérieurement refaire des copies de travail, surtout pour les fichiers de données, en copiant partiellement le contenu des disques de distribution (ex: COPY A:FAOSTOCK.* B:).

2. Installation sur disque dur.

Si vous n'avez que des lecteurs de disquettes, passez à la section suivante pour voir comment utiliser les programmes et les données. Mais si votre ordinateur possède un disque dur, il est préférable d'utiliser la procédure d'installation suivante.

Le cas le plus simple est celui où vous disposez déjà d'un répertoire de travail (par exemple : MAZONE) dans lequel vous voulez copier le logiciel.

+ Placez-vous sur votre répertoire : CD \MAZONE.
+ Mettez le disque ANACO 1 dans le lecteur A et lancez la commande :
  COPY A:*.* (copie des fichiers .EXE).
+ Mettez le disque ANACO 2 dans le lecteur A et lancez la commande :
  COPY A:FAOSTOCK.* (copie du jeu de données).

Il n'est pas nécessaire de copier les fichiers sources si vous ne devez pas les retravailler.

Dans le cas contraire, ou si vous préférez placer le logiciel dans un répertoire spécial, utilisez le programme d'installation INSTANAC qui se trouve sur la disquette ANACO-2. Celui-ci va créer le répertoire \VPA et y copier les programmes :

+ Insérez la disquette ANACO-2 dans le lecteur (normalement A).
+ Lancez le programme par la commande : A:INSTANAC.
  Un commentaire s'affiche à l'écran, indiquant notamment que la procédure peut être répétée en ignorant alors le message d'erreur système. Vous pourrez aussi l'interrompre à tout moment en répondant "Q" au message.
+ Suivez les instructions, en précisant d'abord les symboles des disques (des valeurs sont proposées par défaut), puis remplacez le disque ANACO-2 par ANACO-1 pour la copie des fichiers EXE. Le programme vérifie que le bon disque est en place et, dans le cas contraire, reprend la procédure.
+ Le répertoire VPA est créé sur le disque dur et le contenu d'ANACO-1 y est copié. Il vous est alors demandé de placer ANACO-2 dans le lecteur pour la copie des sources et du jeu de données d'essai. Si vous ne désirez pas copier ces fichiers, ou si le logiciel vous est parvenu sur une seule disquette 3"½, répondez "Q" pour sauter cette étape.
+ Le programme affiche le contenu du répertoire et vous propose de démarrer le programme ANACO.

3. Lancement des programmes.

Une fois compilés, les programmes FORTRAN sont transcrits en une forme exécutable (extension .EXE) équivalente à toute autre commande du système, en ce sens qu'on peut les lancer en tapant simplement leur nom sans extension, celle-ci étant sous-entendue. A l'usage, vous apprendrez vite quel programme particulier il vous faut utiliser pour réaliser l'opération que vous désirez et vous l'appelerez directement : par exemple, vous taperez COHORT pour relancer une analyse de cohortes sur des données déjà saisies en "bases".

Toutefois, pour faciliter la prise en main du logiciel, on a créé un programme d'acceuil baptisé ANACO qui appelle le programme adapté à la fonction à réaliser selon le choix effectué dans un menu. Pour plus ample information sur ce que font les programmes, répondez "A" (ou "a") au lieu du numéro de programme : un résumé succinct des caractéristiques et fonctions des programmes est affiché sur quelques pages d'écran. Ces indications ne sauraient vous dispenser de la consultation du manuel.

Le programme ANACO se trouve sur la disquette 1 (utilisez votre copie de travail) ou, après installation, sur le disque dur. Lancez-le simplement en tapant ANACO puis frappez la touche RETURN (ou ENTER) et choisissez la fonction au menu en indiquant son numéro.

Si le logiciel a été installé sur disque dur, y compris le jeu de données, vous pouvez tout de suite faire quelques essais. Si votre ordinateur ne dispose que de disquettes, mettez dans le lecteur A la copie d'ANACO-1 et, dans le lecteur B, soit la copie d'ANACO-2 pour utiliser le jeu d'essai, soit un disque de travail (préalablement formaté) pour vos propres données. ATTENTION : avec des disquettes, n'abusez pas des impressions sur fichier-disque qui risquent de vous poser des problèmes d'encombrement (les programmes sont cependant protégés contre cette éventualité). Référez-vous aux tableaux des exercices commentés, dans le manuel, pour reproduire les exemples.

ANNEXE B

NOTE pour les PROGRAMMEURS

Cette annexe comprend quelques indications supplémentaires destinées à faciliter la modification des programmes par des utilisateurs désirant les adapter à leurs besoins ou à leurs habitudes.

Les programmes sont écrits en FORTRAN 77 (version 4.01 de MICROSOFT ™ ; et sont disponibles sur disquette sous deux formes : le fichier source ([nom].F4, p.ex. SIMUCO.F4), et le programme exécutable ([nom].EXE) résultant de la compilation et de l'édition de liens avec une bibliothèque émulant un coprocesseur 8087 sans en exiger la présence. Les listings des fichiers sources peuvent être listés à l'écran (commande TYPE du MS-DOS) ou à l'imprimante (TYPE [nom].F4 >PRN ou COPY [nom].F4 PRN), ou édités avec un éditeur ou certains traitements de texte ASCII.

ATTENTION : l'incorporation de certaines facilités destinées à accroître l'agrément d'utilisation ont obligé à utiliser des directives ou des fonctions n'existant pas dans les versions antérieures (versions 3.3n) du compilateur MICROSOFT (le choix de l'extension .F4 au lieu de l'habituel .FOR pour les sources notifie cette incompatibilité). Evitez donc de supprimer les formes EXEcutables avant d'avoir vérifié que vos versions fonctionnent correctement.

On a listé à l'annexe C les symboles et significations des principales variables utilisées dans les programmes VPBAS, COHORT et VPUTIL.

Vous verrez sur les listings que les programmes ne sont pas structurés en SUBROUTINE comme le veulent les canons (de la mode ?), mais en sections correspondant aux options des menus, avec appel à des sous-programmes pour les tâches répétitives. Vous constaterez que les sous-programmes sont tous incorporés au fichier-source du programme principal ; ils ont souvent le même nom et des contenus très proches dans les différents programmes ; ATTENTION : ils ne sont pas interchangeables, surtout s'il y a passage de valeurs par COMMON.

Les FORMATS sont étiquetés en valeur croissante à partir du label 500 et apparaissent sous les directives qui les utilisent la première fois. Les autres labels sont des points d'entrée, de branchement ou des fins de boucles DO. La métacommande $STORAGE:2 (utilisation de 2 octets au lieu de 4 pour les variables entières et logiques, accélération des calculs en boucles) est utilisée systématiquement en tête des programmes ; enlevez la si cela pose problème (ou pour transportabilité).

On a fait un usage systématique de la directive PARAMETER pour fixer les dimensions des vecteurs et tableaux et leur modification ne devrait pas poser d'autre problèmes que ceux d'espace mémoire (en particulier, toutes les impressions sont 'paginées'). Toutefois, on veillera à les changer non seulement dans le programme principal mais aussi dans tous les sous-programmes dans lesquels le paramètre est utilisé. En outre, on utilisera la section 8 de VPUTIL pour rendre les bases déjà saisies compatibles avec les nouvelles dimensions d'âges ou d'années, lesquelles déterminent la taille des blocs de fichiers (voir paragraphe 3.1).

Les autres modifications pourraient concerner l'interface entre ces programmes et des fichiers de données pré-existants. Le plus simple est de s'inspirer de la routine SEQDIR de VPUTIL en adaptant les ordres de lecture au format de vos fichiers. L'exportation des données vers d'autres programmes devrait quant à elle s'effectuer via les fichiers-impressions, en format texte ou CSV.

ANNEXE C

LISTE des VARIABLES TYPES des PROGRAMMES VPBASE, VPUTIL et COHORT.

1) Paramètres et dimensions.

AAI	INTEGER*2		Borne inf. pour moyenne entre âges; AAF = borne sup.
AF	INTEGER*2		No du dernier groupe d'âge (fin d'exploitation)
	accessoirement: AF1, AF2, AF3, AB, AFP, IF		
AI	INTEGER*2		No du premier groupe d'âge (recrutement)
	accessoirement: AI1, AI2, AI3, AA, AIP, IA		
I	INTEGER*2		Indice des groupes d'âge (généralement)
II	INTEGER*2		Indice des saisons
IND	INTEGER*2		Indice des groupes d'âge
IP	INTEGER*2		Nombre de saisons (access.: IPP, IP2, I2, N3)
IPLUS	INTEGER*2		Flag ; = 1 si PLUS = .TRUE. (i.e.: AF = groupe +)
IT	INTEGER*2		No de saison d'initialisation dernière année
J	INTEGER*2		Indice des années
MF	INTEGER*2		Millésime de la dernière année
	accessoirement: MF1, MF2, MF3, M, MM, MFP, MFS		
MI	INTEGER*2		Millésime de la première année
	accessoirement: MI1, MI2, MI3, M, ML, MM, MIP		
MMI	INTEGER*2		Borne inf. pour moyenne entre années; MMF = borne sup.
NA	INTEGER*2		Nombre d'années
	accessoirement: NA1, NA2, NA3, NAP, NB, NY, NYS, NY1, NY2, N2		
NAMAX	INTEGER*2	PARAMETER	Nombre maximum d'années (30)
NC	INTEGER*2		Nombre de cohortes
NG	INTEGER*2		Nombre de groupes d'âge
	accessoirement: NG1, NG2, NG3, NGP, NN, N1		
NGMAX	INTEGER*2	PARAMETER	Nombre maximum de groupes d'âge (20)
NPMAX	INTEGER*2	PARAMETER	Nombre maximum de saisons (4)
PLUS	LOGICAL*2		.TRUE. si AF est un groupe +
	accessoirement: PL, PL1, PL2, PL3, PLP		

2) Bases et fichiers.

CAT	CHAR*1	Index de catégorie (access.: CAT1, CAT2, CAT3, CATF)
CDIR	CHAR*15	Nom du sous-répertoire (acc.: CDIR1, CDIR2, CDIR3, CDIRF)
CEX	CHAR*2	Code de type de fichier selon IFIC
CSV	LOGICAL*2	Code de format pour OUTFIC (Csv si vrai, Texte sinon)
FLB	INTEGER*2	Flag ; = 1 si base déjà utilisée
FLE	INTEGER*2	
IDR	CHAR*1	Index d'unité-disque (A-C), acc.: CDR, ID1, ID2, ID3, IDF
IFIC	INTEGER*2	Rang standard des fichiers dans les bases :
	(1: .CN; 2: .PC; 3: .PS; 4: .OM; 5: .MN; 6: .YT; 7: .FF; 8: EN; 9: .EF)	
IMP	INTEGER*2	Unité logique assignée aux impressions
IRW	INTEGER*2	Flag ; 0 si fichier en lecture, 1 en écriture
ISEQ	INTEGER*2	Flag ; 0 si accès direct, 1 si séquentiel-formaté
K	INTEGER*2	Numéro d'enregistrement accès direct (access.: K1)
KEY	INTEGER*2	Unité logique assignée au clavier (access.: KBD, *)
LEC	INTEGER*2	Unité logique assignée au terminal (access.: *)
LEN	INTEGER*2	Longueur d'enregistrement accès direct (access.: LREC)
LENC	INTEGER*2	Taille de bloc accès direct fichiers normaux
LENY	INTEGER*2	" " " " " " .YT et .EF
	automatiquement: LENC = 4 * NGMAX, LENY = 4 * NAMAX	
LEX	LOGICAL*2	.TRUE. si le fichier existe ou accès sans erreur
LOP	LOGICAL*2	.TRUE. si le fichier est déjà ou encore ouvert

LUN	INTEGER*2	Unité logique assignée à un fichier-disque accessoirement: LUNR (fichier en lecture), LUNW (en écriture)
NOMBAS	CHAR*8	Nom de base VPA (access.: NBAS, NBAS1, NBAS2, NBAS3, NBASF)
NOMFIC	CHAR*31	Nom complet de fichier MS-DOS (access.: NFIC)
OUTFIC	CHAR*31	Nom complet du fichier-impression

3) Données et résultats VPA.

BP	REAL	Biomasse partielle /année /saison
CMN	REAL	Constante de mortalité naturelle
CN	REAL	Captures en nombre totales /âge /année /saison
CP	REAL	" " " partielles " " "
C1, C2	REAL	Données générales /âge /année /saison (VPUTIL)
DT	REAL	Durée des saisons
EF, EP	REAL	Effort de pêche /année /saison
EN	REAL	Effectif du stock /âge /année /saison
FE	REAL	Mortalités par pêche effectives /âge /année /saison
FF	REAL	" " " brutes " " "
FP	REAL	" " " partielles " " "
HMY	REAL	Moyennes par âge entre années MMI et MMF
MN	REAL	Mortalités naturelles /âge /année /saison
OMAT	REAL	Fécondités relatives " " "
PC	REAL	Poids moyens dans les captures /âge /année /saison
PS	REAL	" " " le stock " " "
Q	REAL	Capturabilités (FE/EF) " " "
SOP	REAL	Somme des produits CN * PC /année /saison
VMY	REAL	Moyennes par années entre âges AAI et AAF + SSB /année
VP	REAL	Données générales /âge /année /saison (VPBASE)
W1, W2	REAL	Données générales /âge /année /saison (VPUTIL)
X, XX, VEC, W		Données générales /âge ou /âge /année
Y	REAL	Données générales /année /saison + biomasse totale /année
Z	REAL	Mortalité totale (FF + MN)
ZC	REAL	" " cumulée sur une cohorte

4) Dialogues et présentations.

CDATE	CHAR*10	Date système
COND	CHAR*1	Code ASCII pour écriture condensée
CREP	CHAR*1	Réponse alphanumérique
CTIME	CHAR*10	Heure système
FLG	INTEGER*2	Flags ; données complètes, VPA calculée (COHORT)
FMT	CHARACTER	Formats variables
IC	INTEGER*2	Nombre de colonnes par page d'édition
IDEC	INTEGER*2	Nombre de décimales en édition
IOP	INTEGER*2	Choix d'option-menu
IREP	INTEGER*2	" " "
MIL	INTEGER*2	Millésimes en tête de colonnes des éditions
PG	INTEGER*2	Nombre de pages de IC colonnes à éditer selon NA et IP
REP	INTEGER*2	Choix d'option-menu
SEP	CHAR*1	Séparateur de champs imprimés (, si CSV, espace sinon)
SYM	CHAR*1	Symbole des variables pour messages (access.: TSYM, LET)
TITRE	CHAR*40	Titre des fichiers et éditions (access.: LIB)

ANNEXE D

Liste des manuels, programmes et logiciels déjà diffusés par le Département des Pêches de la FAO

Abramson, N.J., 1971 Computer programs for fish stock assessment FAO Fish.Tech. Pap.,(101):148 p.

Caddy, J.F., 1982 Provisional world list of computer programs for fish stock assessment and their availability by country and fishery institute. FAO Fish.Circ.,(756):51 p.

Sims, S.E., 1985 Selected computer programs in FORTRAN for fish stock assessment FAO Fish.Tech.Pap.,(259):183 p.

_____, Selected computer programs in FORTAN for fish stock assessment Part II. Standard for outputs (in preparation).

Vakily, J.M., 1986 M.L. Palomares and D. Pauly, Computer programs for fish stock assessment: HP 41 CV calculator. Produced with the cooperation of the International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM). FAO Fish.Tech.Pap.,(101) Suppl.1:255 p.

Sparre, P., 1987 Computer programs for fish stock assessment. Length-based fish stock assessment (LFSA) for Apple II Computers. FAO Fish. Tech.Pap.(101)Suppl.2:217 p. (Software also available for IBM PC and compatibles).

ANACO: Logiciel d'analyse des données de capture par classes d'âge sur IBM PC et compatibles.

DEMANDE DE DISKETTES

Nom: .....

Position: .....

Organisation: .....

Département: .....

Adresse: .....

.....

.....Pays: .....

Téléphone: .....

Télex: .....

Destinataire:

FAO
Département des Pêches
Service des ressources marines
Via delle Terme di Caracalla
00100 Rome, Italie

Ces programmes seront prochainement disponibles auprès des réseaux d'utilisateurs suivants:

ICLARM International Center Living Aquatic Resources Management, P.O. Box 1501 Makati, Metro Manila - Philippines

AFCUS American Fisheries Society Computer Users Sections, Washington Dept of Game - 600 N.Capital Bay Olympia W.A. 98504 - USA

SESAME South-Eastern Software and Message Exchange North Caroline State University - Institute of Statistics Roleigh Division - Box 8203 - N.C. 27 695-803 - USA

Fisheries Software Register. IOTOS Pty Ltd - P.O. Box 19 Margate - Tasmania 7153 - Australia

FAO DOCUMENT TECHNIQUE SUR LES PÊCHES

101

Suppl. 3

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
Rome, 1988

M-43/S8150F/1/9.88/2000
ISBN 92-5-202704-1